

ПРОФЕССОР-ИНЖЕНЕР М. Д. ЗУЕВ

20 Г

346

# ЭНЦИКЛОПЕДИЯ СВЕКЛО-САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА



ПРОБЕЖНО  
ДЕНЬ 1920

~~1924~~  
~~1920~~

ТОМ ПЕРВЫЙ

[ 664.1 (02) ]

Профессор-Инженер М. Д. ЗУЕВ.

~~207~~  
~~336~~

# ЭНЦИКЛОПЕДИЯ СВЕКЛО-САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА.

ТОМ ПЕРВЫЙ.

Professeur-Ingénieur M. D. ZOUËW.

## ENCYCLOPEDIE de la fabrication du sucre de betterave.

VOLUM PREMIERE.

10 МАРТ 1924

~~1204~~  
~~1922~~

КИЕВ.  
1924.

38

# Оглавление.

---

## ТОМ ПЕРВЫЙ.

<i>Глава I-я.</i> Свекла . . . . .	1 стр.
<i>Глава II-я.</i> Подготовительные операции . . . . .	92 стр.
<i>Глава III-я.</i> Диффузия . . . . .	143 стр.

---

# СОДЕРЖАНИЕ.

## Глава I-я.

### СВЕКЛА.

§§	Стр.
1. Свекла, как сырье производства . . . . .	1
2. Химизм процесса образования в растениях углеводов . . . .	1
3. Процесс образования сахара в свекле . . . . .	2
4. Роль листьев при процессе образования сахара в свекле . . .	3
5. Роль солнечного света при процессе образования сахара в свекле . . . . .	5
6. О процессе образования в свекле азотистых веществ . . . . .	6
7. Зависимость прогресса сахарной промышленности от успехов техники производства и культуры свеклы . . . . .	7
8. Характеристика развития и состояния культуры свеклы в России . . . . .	7
9. Сравнение результатов культуры свеклы в России и за границей . . . . .	8
10. Территориальные пределы культуры свеклы в России и за границей . . . . .	9
11. Климатические условия культуры свеклы в России и за границей . . . . .	9
12. Причины различных результатов культуры свеклы в России и за границей . . . . .	10
13. Влияние количества атмосферных осадков на культуру свеклы	11
14. Влияние распределения температуры воздуха и количества атмосферных осадков в вегетационный период на урожай и сахаристость свеклы . . . . .	12
15. Роль почвы в культуре свеклы . . . . .	13
16. Влияние механических свойств почвы на культуру свеклы	13
17. Влияние химических свойств почвы на культуру свеклы . . .	13
18. Влияние физических свойств почвы на культуру свеклы . . .	15
19. Роль почвенных бактерий при культуре свеклы . . . . .	16
20. Значение удобрений в сельском хозяйстве вообще и в свекловодстве особенно . . . . .	16
21. Рацион минеральных веществ для культуры свеклы . . . . .	16
22. Влияние бессменного посева на культуру свеклы . . . . .	17
23. Роль разных минеральных удобрений при культуре свеклы . . .	17
24. Характеристика влияния различных минеральных удобрений на урожайность и сахаристость свеклы . . . . .	17
25. Роль навозного удобрения при культуре свеклы . . . . .	18
26. Роль фильтр-прессной грязи, как удобрения при культуре свеклы . . . . .	19
27. Характеристика влияния различных видов фосфорно-кислого удобрения на урожайность и сахаристость свеклы . . . . .	20
28. Влияние различных способов применения удобрительных туков при культуре свеклы . . . . .	21
29. Роль рядового способа удобрения при культуре свеклы . . . .	21
30. О нормах удобрительных туков при культуре свеклы . . . . .	22

§§	Стр.
31. Резюме о значении минеральных удобрений при культуре свеклы . . . . .	23
32. Зависимость результатов культуры свеклы от состояния свекловичного семеноводства . . . . .	23
33. Ход развития селекции сахарной свеклы . . . . .	24
34. Основы селекции свеклы . . . . .	25
35. Результаты селекции свеклы . . . . .	26
36. Качества свекловичных семян различных селекционных фирм . . . . .	26
37. Нормы для оценки достоинств свекловичных семян . . . . .	27
38. Зависимость всхожести свекловичных семян от условий хранения их . . . . .	28
39. Зависимость глубины пахоты почвы под посев свеклы от функций свекловичного корня . . . . .	29
40. Сравнительные результаты культуры свеклы в зависимости от глубины пахоты почвы . . . . .	30
41. Значение глубокой пахоты почвы при культуре свеклы . . . . .	31
42. Значение времени посева при культуре свеклы . . . . .	31
43. Значение густоты посева при культуре свеклы . . . . .	31
44. Значение расстояния между рядками и корнями в них при культуре свеклы . . . . .	32
45. Значение времени обработки свекловичной плантации при культуре свеклы . . . . .	32
46. Значение времени уборки свекловичной плантации при культуре свеклы . . . . .	33
47. Расход рабочих рук и тяглой силы при культуре свеклы . . . . .	34
48. Стоимость культуры свеклы . . . . .	34
49. Характеристика полевых работ при культуре свеклы . . . . .	35
50. Роль руководителя полевых работ при культуре свеклы . . . . .	37
51. Причины гибели свекловичных посевов . . . . .	38
52. Корнеед свеклы и методы борьбы с ним . . . . .	38
53. Свекловичный долгоносик и методы борьбы с ним . . . . .	39
54. Майский жук и методы борьбы с ним . . . . .	41
55. Свекловичная блоха и методы борьбы с нею . . . . .	41
56. Луговой мотылек и озимая совка и методы борьбы с ними . . . . .	41
57. Роль помещичьих и крестьянских хозяйств в снабжении заводов свеклою в дореволюционное время . . . . .	43
58. Роль крестьянских хозяйств в снабжении заводов свеклою в послереволюционное время . . . . .	43
59. Условия организации крестьянского свеклосеяния . . . . .	47
60. Условия взаимоотношений между сахзаводами и поставщиками свеклы . . . . .	47
61. Условия приемки свеклы в завод . . . . .	50
62. О процессах, происходящих в свекловичных корнях, при хранении их . . . . .	52
63. Результаты опытов Strohmeyer'a над процессом дыхания свекловичных корней в присутствии кислорода воздуха . . . . .	53
64. Результаты опытов Stoklas'a над процессом дыхания свекловичных корней в отсутствии кислорода воздуха . . . . .	55
65. Результаты вышеуказанных опытов, как основа рационального способа хранения свеклы . . . . .	57
66. Характеристика хранения свеклы в малых и больших буртах и влияние результатов хранения свеклы на ход производства . . . . .	57
67. Выбор и подготовка буртового плаца . . . . .	58
68. Способы укладки свеклы в малые и большие бурты . . . . .	59

	Стр.
69. Значение вентиляции свекловичных буртов . . . . .	59
70. Значение измерения температуры в свекловичных буртах . . . . .	60
71. Способы регулирования температуры в больших и малых свекловичных буртах . . . . .	60
72. Процессы, происходящие в свекле при хранении ее в буртах . . . . .	61
73. Причины гниения свеклы при хранении ее в буртах . . . . .	63
74. Процессы, происходящие при замораживании и оттаивании свеклы в буртах . . . . .	64
75. Сравнение достоинств и недостатков способов хранения свеклы в больших и малых буртах . . . . .	66
76. Требования, которым должна удовлетворять свекла для успешного хранения в буртах . . . . .	67
77. Результаты заводских опытов хранения свеклы в больших буртах (по Карлсону) . . . . .	68
78. Сравнительные результаты заводских опытов хранения свеклы в больших и малых буртах (по Claassen'у) . . . . .	69
79. Результаты неудовлетворительного хранения свеклы в буртах . . . . .	70
80. Результаты продолжительного хранения свеклы в буртах . . . . .	71
81. Изменение качеств перерабатываемой свеклы в зависимости от продолжительности производства . . . . .	71
82. Распределение („топография“) сахара в свекловичном корне . . . . .	72
83. Распределение несахара в свекловичном корне . . . . .	73
84. Зависимость между средним весом свекловичных корней и качеством свеклы . . . . .	73
85. Зависимость между сахаристостью свеклы и качеством ее сока . . . . .	74
86. Сравнение качеств различных частей свекловичного корня . . . . .	74
87. Оценка различных частей свекловичного корня для целей производства . . . . .	75
88. Влияние срезывания головок и хвостиков свекловичных корней на хранение свеклы . . . . .	77
89. Состав содержимого свекловичных клеток . . . . .	77
90. Значение тканей различных свекловичных клеток . . . . .	78
91. Анатомическое строение свекловичного корня . . . . .	79
92. Содержание сока в свекле . . . . .	79
93. Содержание мякоти в свекле . . . . .	80
94. Составные части свекловичной мякоти . . . . .	82
95. Оценка свеклы, как сырья производства, по степени сахаристости ее . . . . .	83
96. Оценка свеклы, как сырья производства по степени чистоты сока ее . . . . .	84
97. Сравнительные результаты переработки свеклы в зависимости от качеств ее . . . . .	85
98. Об истинной и видимой доброкачественности нормального сока свеклы . . . . .	86
99. О погрешностях при анализе свеклы с целью определения содержания в ней сахара . . . . .	87
100. О погрешностях при анализе нормального сока свеклы с целью определения доброкачественности его . . . . .	87
101. Значение определения вредного азота для оценки свеклы, как сырья производства . . . . .	88
102. Разного рода понятия для характеристики качеств свеклы и ее сока . . . . .	89
103. Результаты подробного анализа свеклы (по Andrlík'у) . . . . .	89
104. Классификация сахаров и несахаров, содержащихся в свекле (по Зевеву) . . . . .	91

## Глава II-я.

### ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ.

§§	Стр.
1. Пределы расстояния гужевой и железнодорожной доставки свеклы в завод . . . . .	92
2. Оборудование (экипаж) гужевой и железнодорожной доставки свеклы . . . . .	93
3. Способы подачи свеклы из буртов в завод . . . . .	94
4. Механизация доставки свеклы из буртов в завод . . . . .	95
5. Назначение бурачной для свеклы . . . . .	96
6. Устройство закрытой бурачной . . . . .	96
7. Размеры бурачной в зависимости от емкости ее . . . . .	96
8. Устройство открытой бурачной . . . . .	97
9. Устройство гидравлического транспорта . . . . .	97
10. Выбор формы желоба гидравлического транспортера . . . . .	98
11. Определение уклона желоба гидравлического транспортера . . . . .	98
12. Расход воды на гидравлический транспортер . . . . .	101
13. О воде для гидравлического транспортера . . . . .	101
14. Достоинства и недостатки гидравлического транспортера . . . . .	102
15. Потеря свеклой сахара в гидравлическом транспортере . . . . .	102
16. Изменение веса свеклы в гидравлическом транспортере . . . . .	105
17. Устройство камнеловушки на гидравлическом транспортере . . . . .	105
18. Устройство стационарного гидравлического транспортера . . . . .	106
19. Устройство передвижного гидравлического транспортера . . . . .	107
20. Условия работы в бурачной и на гидравлическом транспортере . . . . .	107
21. Устройство шнека для под'ема свеклы . . . . .	108
22. Устройство под'емного колеса для свеклы . . . . .	110
23. Устройство элеватора для под'ема свеклы . . . . .	110
24. Устройство „маммут-насоса“ для под'ема свеклы . . . . .	110
25. Расход сил на под'ем свеклы „маммут-насосом“ . . . . .	111
26. Достоинства и недостатки „маммут-насоса“ . . . . .	111
27. Принципы рациональной конструкции свекломойки и размеры ее в зависимости от производительности свекломойки . . . . .	112
28. Устройство свекломойки системы Пустынского . . . . .	113
29. Устройство свекломойки системы Добровольского . . . . .	115
30. Устройство свекломойки системы Рауде . . . . .	116
31. Установка свекломойки . . . . .	117
32. Условия работы при свекломойке . . . . .	117
33. Качества (состав) воды из гидравлического транспортера и свекломойки . . . . .	118
34. Устройство отстойников для грязных вод из гидравлического транспортера и свекломойки . . . . .	119
35. Устройство элеватора для под'ема свеклы, расчет производительности элеватора для свеклы и расход силы на него . . . . .	120
36. О различных способах определения количества перерабатываемой свеклы . . . . .	123
37. Определение количества перерабатываемой свеклы по числу диффузоров . . . . .	123
38. Определение количества перерабатываемой свеклы по количеству диффузионного сока . . . . .	123
39. Устройство автоматических весов для свеклы . . . . .	124
40. Принципы рациональной конструкции свеклорезки . . . . .	126
41. Устройство горизонтальной свеклорезки системы Raschen'a и др. . . . .	127

§§	Стр.
42. Конструкция диска свеклорезки . . . . .	128
43. Конструкция контр-ножей свеклорезки . . . . .	129
44. Конструкция кожуха и прижимателей свеклорезки . . . . .	129
45. Устройство горизонтальной свеклорезки системы Maguin'a . . . . .	130
46. Устройство вертикальной свеклорезки системы Rassmuss'a . . . . .	130
47. Устройство барабанной свеклорезки системы Maguin'a . . . . .	131
48. О диффузионных ножах . . . . .	132
49. Конструкция диффузионных ножей Голлера . . . . .	133
50. Конструкция диффузионных ножей Чижека . . . . .	134
51. Сравнительная оценка диффузионных ножей Голлера и Чижека . . . . .	135
52. Конструкция диффузионных ножей Бергрена . . . . .	135
53. О ножевых рамах . . . . .	136
54. Конструкция ножевых рам системы Putsch'a, Vorster'a, Berg- reen'a . . . . .	137
55. О взаимном расположении ножей различных типов в ноже- вых рамах . . . . .	137
56. Об установке ножей в рамах . . . . .	139
57. О размерах ножей в зависимости от условий изрезывания свеклы разных качеств . . . . .	139
58. О точке диффузионных ножей . . . . .	140
59. Производительность свеклорезок разных систем и зависимость ее от разных факторов . . . . .	141
60. Расход силы на свеклорезки разных систем . . . . .	142
61. Уход за свеклорезкой . . . . .	143
62. Устройство пассового транспортера для свекловичной стружки . . . . .	143
63. Производительность пассового транспортера и расход на него силы . . . . .	144
64. Устройство грабельного транспортера . . . . .	145
65. Уход за транспортером для свекловичной стружки . . . . .	145

## Глава III-я.

### ДИФфуЗИЯ.

1. Диффузия, как физико-химический процесс . . . . .	146
2. Диффундирующая способность сахаров и несахаров . . . . .	149
3. Диффузия сахаров и несахаров в условиях диффузионного способа извлечения сахара из свеклы . . . . .	151
4. Сведения о возникновении диффузионного способа извлече- ния сахара из свеклы . . . . .	153
5. Схема работы диффузионной батареи при процессе извлече- ния сахара из свеклы . . . . .	154
6. Характеристика процесса извлечения сахара из свеклы в диффузионной батарее . . . . .	158
7. Математическое выражение процесса извлечения сахара из свеклы в диффузионной батарее . . . . .	159
8. Устройство диффузора . . . . .	162
9. О форме диффузора . . . . .	163
10. О размерах отдельных частей диффузора . . . . .	165
11. О ситах в диффузоре . . . . .	166
12. О предельном объеме диффузора . . . . .	167
13. О числе диффузоров, составляющих диффузионную батарею . . . . .	168

§§	Стр.
14. О продолжительности полного оборота работы диффузионной батареи . . . . .	170
15. Определение объема диффузора в зависимости от суточной производительности завода . . . . .	171
16. Формулы для расчета объема диффузора, времени полного оборота работы диффузионной батареи в зависимости от суточной производительности завода . . . . .	172
17. Устройство калоризатора . . . . .	173
18. Расчет размеров поверхности нагрева калоризатора . . . . .	174
19. О коммуникации диффузионной батареи . . . . .	177
20. Схема работы диффузионной батареи при трехходовой и пяти- вентильной коммуникации (без решофера) . . . . .	178
21. Схема работы диффузионной батареи при трехходовой и пя- тивентильной коммуникации (с решофером) . . . . .	179
22. Устройство транспортера для жома и диффузионной воды под диффузорами . . . . .	180
23. Об установке диффузионной батареи . . . . .	180
24. Расход воды для диффузионной батареи . . . . .	180
25. О давлении воды на диффузионную батарею . . . . .	182
26. Расход пара на нагрев калоризаторов . . . . .	183
27. Основные требования успешной работы диффузионной батареи	185
28. Характеристика главных процессов извлечения сахара из свеклы в диффузионной батарее . . . . .	185
29. Влияние качества свекловичной стружки на процесс извле- чения из нее сахара в диффузионной батарее . . . . .	185
30. Опытные данные о влиянии толщины свекловичной стружки на результаты работы диффузионной батареи . . . . .	187
31. Зависимость размеров свекловичной стружки от качества пе- рерабатываемой свеклы и от условий работы диффузионной батареи . . . . .	187
32. О предельной температуре нагрева свекловичной стружки, при которой возможно возникновение процесса осмоса со- держимого ее . . . . .	189
33. Влияние температуры нагрева калоризаторов на успешность работы диффузионной батареи . . . . .	189
34. Зависимость между температурой нагрева свекловичной струж- ки в диффузионной батарее и количеством извлекаемого из нее сахара . . . . .	192
35. Зависимость нагрева свекловичной стружки в диффузионной батарее от различных факторов . . . . .	192
36. Зависимость времени полного оборота работы диффузионной батареи от различных факторов . . . . .	194
37. Изменение условий работы диффузионной батареи в зависи- мости от различных факторов . . . . .	194
38. Количества (минимальные и максимальные) получаемого в диффузионной батарее диффузионного сока . . . . .	195
39. Вычисление количества получаемого диффузионного сока и его плотности . . . . .	196
40. Увеличение расхода топлива в зависимости от увеличения количества получаемого диффузионного сока . . . . .	197
41. Устройство мерника для диффузионного сока . . . . .	197
42. Вычисление количества получаемого диффузионного сока в зависимости от соответствующих данных химического ана- лиза . . . . .	198

№	Стр.
43. О доброкачественности сока в различных диффузорах батарей вообще и в последнем в особенности . . . . .	198
44. О пределах обессахаривания (выщелачивания) свекловичной стружки в диффузионной батарее . . . . .	199
45. Опыты и выводы Claassen'a о пределах выщелачивания свекловичной стружки в диффузионной батарее . . . . .	200
46. Опыты и выводы Grüger'a, Bohle, Pellet о пределах выщелачивания свекловичной стружки в диффузионной батарее . . . . .	202
47. Опыты и выводы Карлсона о пределах выщелачивания свекловичной стружки в диффузионной батарее . . . . .	203
48. О зависимости предела выщелачивания свекловичной стружки от качества свеклы . . . . .	206
49. Резюме по вопросу о пределах выщелачивания свекловичной стружки в диффузионной батарее . . . . .	206
50. О неравномерности обессахаривания свекловичной стружки в разных частях диффузора . . . . .	206
51. О нормах количеств сахара и несахаров, переходящих из свеклы в диффузионный сок в условиях работы диффузионной батареи . . . . .	207
52. Зависимость доброкачественности диффузионного сока от таковой нормального сока . . . . .	208
53. Результаты заводских опытов Andrlik'a о распределении сахара и несахара в свекле между диффузионным соком, жомом и диффузионною водою в условиях работы диффузионной батареи . . . . .	208
54. О распределении золы свеклы на диффузии на основании результатов вышеуказанных опытов . . . . .	212
55. О распределении вредной золы свеклы на диффузии на основании результатов вышеуказанных опытов . . . . .	212
56. О распределении составных частей золы свеклы на диффузии на основании результатов вышеуказанных опытов . . . . .	213
57. О распределении азотистых веществ свеклы на диффузии на основании результатов вышеуказанных опытов . . . . .	213
58. О распределении вредного азота свеклы на диффузии на основании результатов вышеуказанных опытов . . . . .	214
59. Зависимость состава получаемого диффузионного сока от качества перерабатываемой свеклы . . . . .	215
60. Выводы на основании заводских опытов Andrlik'a о распределении сахара и несахаров свеклы между диффузионным соком, жомом и диффузионною водою в условиях работы диффузионной батареи . . . . .	215
61. Результаты заводских опытов о движении сахара и несахаров в свекле в каждом диффузоре батарей . . . . .	216
62. Резюме вышеуказанных опытов . . . . .	219
63. О химических процессах, происходящих в диффузионной батарее . . . . .	219
64. Результаты полного химического анализа диффузионного сока (по Andrlik'у) . . . . .	220
65. Понижение качества диффузионного сока в зависимости от понижения такового перерабатываемой свеклы . . . . .	222
66. Практические указания для успешного ведения работы на диффузионной батарее . . . . .	223
67. Практические указания для успешного ведения работы на диффузионной батарее, в случае переработки ненормальной свеклы . . . . .	227

§§	Стр.
68. Нарушение правильности работы диффузионной батареи, благодаря скоплению газов в диффузорах . . . . .	229
69. Причины, обуславливающие образование газов в диффузионной батарее . . . . .	229
70. Роль микроорганизмов при газообразовании в диффузионной батарее . . . . .	231
71. Меры к устранению газообразования в диффузионной батарее	232
72. О „балансе“ сахара на диффузии и констатирование „неопределенных“ потерь сахара на диффузии . . . . .	233
73. Факты, подтверждающие наличие „неопределенных“ потерь сахара в диффузионной батарее . . . . .	234
74. Зависимость „неопределенных“ потерь сахара в диффузионной батарее от различных факторов . . . . .	234
75. Зависимость „неопределенных“ потерь сахара в диффузионной батарее от наличия в свекле оптически активных несахаров	235
76. Зависимость „неопределенных“ потерь сахара в диффузионной батарее от наличия кислот в свекловичном соке . . . . .	237
77. Зависимость „неопределенных“ потерь сахара в диффузионной батарее от воздействия энзим . . . . .	238
78. Зависимость „неопределенных“ потерь сахара в диффузионной батарее от жизнедеятельности микроорганизмов . . . . .	239
79. Воздействие на сахар в свекловичном соке бактерий, находящихся в земле свекловичных плантаций и в прудовой воде, применяемой на диффузии . . . . .	240
80. Зависимость „неопределенных“ потерь сахара в диффузионной батарее от жизнедеятельности микроорганизмов при переработке нормальной и ненормальной свеклы . . . . .	241
81. Теоретические соображения о величине „неопределенных“ потерь сахара в диффузионной батарее, в зависимости от жизнедеятельности микроорганизмов . . . . .	242
82. Опыт Herzfeld'a в условиях опытной станции с целью определения величины „неопределенных“ потерь сахара в диффузионной батарее . . . . .	242
83. Опыт Herzfeld'a, Pellet'a, Weisberg'a в заводских условиях с целью определения величины „неопределенных“ потерь сахара в диффузионной батарее . . . . .	243
84. Состав и количество жома, получаемого при диффузионном способе извлечения сахара из свеклы . . . . .	245
85. Устройство жомовых ям . . . . .	247
86. Определение размеров жомовых ям, в зависимости от количества сохраняемого в них жома . . . . .	248
87. Устройство и размеры жомового шнека . . . . .	248
88. Расчет производительности жомового шнека и расхода силы на него . . . . .	248
89. Отвоз жома из завода в ямы конной тягой . . . . .	249
90. Транспортирование жома из завода в ямы подвесной канатной дорогой . . . . .	250
91. Процессы биологического характера, происходящие при хранении жома в ямах . . . . .	250
92. Благоприятные условия для биологических процессов при хранении жома в ямах . . . . .	252
93. Изменение состава жома при хранении его в ямах . . . . .	253
94. Регулирование биологических процессов при хранении жома в ямах при посредстве ферментов . . . . .	255

№	Стр.
95. Изменение питательных достоинств жома при хранении его в ямах . . . . .	255
96. Характеристика ценности жома, как отброса производства . . . . .	256
97. Выхода свежести из зеленого жома по весу свеклы . . . . .	256
98. О целесообразности прессования сырого жома . . . . .	256
99. О предельном количестве прессовой воды при прессовании жома . . . . .	257
100. Конструкция, производительность, расход силы жомовых прессов . . . . .	257
101. Зависимость производительности жомовых прессов от различных факторов . . . . .	258
102. Состав отжатого и неотжатого жома . . . . .	258
103. Потери сухого вещества жома при прессовании его . . . . .	259
104. Выделение количества прессовой воды, получаемой при прессовании жома . . . . .	260
105. Характеристика прессовой воды, как отброса производства . . . . .	261
106. О потере жомом сухих веществ при хранении его в ямах . . . . .	262
107. Достоинства сушеного жома . . . . .	262
108. О целесообразности высушивания жома . . . . .	263
109. Расчет расхода топлива на высушивание жома . . . . .	265
110. Конструкция, производительность жомосушительного аппарата Huillard'a . . . . .	265
111. Результаты работы жомосушительного аппарата Huillard'a . . . . .	266
112. Расчет количества жома, которое можно высушить теплом дымовых газов из паровиков на сахарном заводе . . . . .	267
113. Характеристика газовых паровых жомосушилок . . . . .	268
114. Расчет расхода топлива на высушивание жома в газовых, паровых жомосушилках . . . . .	269
115. Конструкция, производительность газовой жомосушилки системы Büttner'a и Meyer'a . . . . .	270
116. Результаты работы газовой жомосушилки системы Büttner'a и Meyer'a . . . . .	271
117. Влияние пригорания на состав и качества сушеного жома, получаемого при высушивании его в газовых жомосушилках . . . . .	273
118. Влияние золы топлива на состав и качества сушеного жома, получаемого при высушивании в газовых жомосушилках . . . . .	275
119. Конструкция и производительность паровой жомосушилки системы Sperber'a . . . . .	276
120. Конструкция и производительность паровой жомосушилки Rasmus'a . . . . .	277
121. Особые преимущества паровых жомосушилок перед газовыми . . . . .	278
122. Характеристика процесса высушивания жома в паровой жомосушилке сист. Sperber'a . . . . .	279
123. Тепловой баланс паровой жомосушилки Sperber'a . . . . .	279
124. Определение размеров поверхности нагрева паровика в зависимости от производительности паровой жомосушилки . . . . .	280
125. Сравнение расхода топлива в газовых и паровых жомосушилках . . . . .	281
126. О необходимости утилизации тепла ретурного пара из парового двигателя при газовой жомосушилке . . . . .	282
127. О преимуществах газовых жомосушилок перед паровыми . . . . .	282
128. О принципе многократного использования тепла пара при высушивании жома . . . . .	282

§§	Ст
129. О возможном использовании принципа „теплового“ насоса для высушивания жома . . . . .	28
130. Зависимость состава сушеного жома от способов высушивания жома . . . . .	28
131. Оценка усвояемости сушеного жома, полученного при высушивании в газовых и паровых комосушилках . . . . .	28
132. О прессовании сушеного жома . . . . .	28
133. Об устройстве склада для сушеного жома . . . . .	28
134. Об изменении сушеного жома при хранении . . . . .	28
135. Сравнительная оценка сушеного жома, как корма, по сравнению с другими кормами и рацион его . . . . .	28
136. О рациональности возвращения диффузионной воды обратно в диффузионную батарею . . . . .	29
137. Необходимость механической фильтрации диффузионной воды перед возвращением ее на диффузию . . . . .	29
138. Устройство для механической фильтрации диффузионной воды перед возвращением ее на диффузию . . . . .	29
139. Вопросы, связанные с возвращением диффузионной воды на диффузию . . . . .	29
140. Влияние возврата диффузионной воды на диффузию на расход чистой воды для нее . . . . .	29
141. Влияние возврата диффузионной воды на диффузию на потери сахара в жоме . . . . .	29
142. Влияние возврата диффузионной воды на диффузию на количество получаемого диффузионного сока . . . . .	29
143. Влияние возврата диффузионной воды на диффузию на доброкачественность диффузионного сока . . . . .	29
144. Влияние возврата диффузионной воды на диффузию на „неопределенные“ потери сахара в последней . . . . .	29
145. Влияние возврата диффузионной воды на качество полупродуктов и продукта . . . . .	29
146. Влияние возврата диффузионной воды на диффузию на металлические стенки диффузоров, калоризаторов и пр. . . . .	29
147. Заключение по вопросу о возврате диффузионной воды на диффузию . . . . .	29
148. Применение сжатого воздуха при выгрузке жома из диффузоров . . . . .	300
149. Характеристика существенных недостатков диффузионного способа извлечения сахара из свеклы . . . . .	301
150. Характеристика методов для улучшения диффузионного способа извлечения сахара из свеклы . . . . .	303
151. Метод обратной циркуляции сока в диффузионной батарее . . . . .	303
152. Метод „ошпаривания“ свекловичной стружки в диффузионной батарее . . . . .	304
153. Способ „горячей“ диффузии Gareza'a . . . . .	305
154. Способ „горячей“ диффузии Kaiser'a . . . . .	306
155. Способ „горячей“ диффузии Naudet'a . . . . .	309
156. Определение расхода пара и расчет размеров поверхности нагрева при „горячей“ диффузии по способу Naudet'a . . . . .	310
157. Сравнительные опытные данные о „горячей“ и обычной диффузии . . . . .	310
158. Прессовый способ извлечения сахара из свеклы Steffen'a . . . . .	314
159. Пресс-диффузионный способ извлечения сахара из свеклы Steffen'a . . . . .	315

160.	Непрерывно-лгийолгWт г2 пресс-диффузионный аппарат Lar- iliiier'a . . ■.....	316
i-ii.	Принцип у«:-тс*:ГCI5Iñ и действия пресс-диффузионной батареи Hygoss'a.....	316
162.	иписаниг т^трогетБа пресс-диффузионной батареи Hygoss'a	317
io3.	<sup>1</sup> »писантз г^:-тк пресс-диффузионной батареи Hygoss'a . .	319
i 6-i.	Данные химического анализа жома и сока из разных чле- нов ЕГ~К'>гиффузионной батареи Hygoss'a.....	320
i	->5 Рс-It.-штк опытного исследования работы пресс-диффузион- н:Ё Титъреи Hygoss'a на Капитановском сах. заводе . . . .	з*20
17;	ге на сах. заводе в Bohm-Brod'l.....	ш
i' 7.	Опытные данные о производительности пресс-диффузионной Агарей Hygoss'a и расхода силы на нее .....	323
	Об изменении при храпении в ямах жома из пресс-диффу- зионной батареи Hygoss'a .. .. .	323
i»>9.	Условия успешной работы пресс - диффузионной батареи Hygoss'a.....	32:>
170.	Достоинства и недостатки пресс-диффузионной батареи Hygoss'a.....	324
171.	Об устройстве непрерывно-действующего диффузионного ап- парата Perret'a .....	325
172.	Об устройстве непрерывно-действующего диффузионного ап- парата Бертрана.....	32<>
173.	Об устройстве непрерывно-действующего диффузионного ап- парата Чапиковского . . . . .	326
174.	Конструкция и работа непрерывно действующего диффузион- ного аппарата Raabe.....	329
j75.	Результаты опытного исследования работы непрерывно-дей- ствующего диффузионного аппарата Raabe.....	32У
176.	Расчет теплового баланса в непрерывно-действующем пресе- диффузионном аппарате Raabe.....	330
177.	Достоинства и недостатки непрерывно-действующего диф- фузионного аппарата Naabe .....	331
] 78.	О центрофугальном способе извлечения сахара из свеклы .	332
179.	О высушивании свекловичной стружки с целью консервиро- вания ее для целей производства.....	333
180.	Роль „теплового“ насоса при высушивании свекловичной стружки для выше означенной цели.....	334
181.	Химический постав высушенной свекловичной стружки . .	335
182.	Химический состав диффузионной воды.....	335
лнз.	Химический состав прессовой воды.....	336
184.	Химический состав жомовой воды .....	337
185.	Характеристика сточных вод сахарных заводов с то <sup>1</sup> ? к и пре- ния санитарии.....	337
186.	О „самоочищении“ рек .....	339
187.	Биологические признаки степени загрязнения БОД в во- доемах .....	339
] ss,	Нормы сточных вод Английской Комиссии в Англии ...	340
I <sup>s''</sup> ».	То же Думбара и Тумма в Германии.....	342'
19и.	То же Медицинского Совета в России.....	342
*1.	О вредности газов, выделяющихся при загнивании сточных вод.....	343
1	♦2. основы и* положения Особой Комиссии об очистке сточных ЕОД eaN.lpHNX заводов в Росс,и и.....	343

№	Стр
193. Научные основания и опытные данные очистки сточных вод сах. заводов на полях орошения . . . . .	34
194. О химическом составе и физических свойствах почвы полей орошения . . . . .	34
195. О механическом действии почвы на полях орошения . . . . .	34
196. О биологических процессах в почве на полях орошения . . . . .	34
197. О химических процессах в почве на полях орошения . . . . .	34
198. Главные требования, которым должна удовлетворять почва полей орошения . . . . .	34
199. О фильтрации сточных вод на полях орошения, как об ирригации последних . . . . .	34
200. Выводы об оценке различных почв для целей использования их при устройстве полей орошения . . . . .	34
201. Характеристика факторов, от которых зависит размер площади полей орошения . . . . .	34
202. Опытные данные для установления размеров площади полей орошения в зависимости от суточной переработки сах. завода . . . . .	34
203. Способы подготовки почвы для полей орошения в зависимости от различных периодов сахарной кампании . . . . .	35
204. Устройство полей орошения при ирригации „бороздками“ . . . . .	35
205. Устройство полей орошения при ирригации „серпентинами“ . . . . .	35
206. Устройство полей орошения при ирригации „каскадами“ . . . . .	35
207. Устройство полей орошения при ирригации „площадками“ . . . . .	35
208. Устройство полей орошения при ирригации „бассейнами“ . . . . .	35
209. Устройство на полях орошения магистрального канала . . . . .	35
210. Расчет размеров магистрального канала в зависимости от количества сточных вод . . . . .	35
211. Устройство „охранных“ валов на полях орошения . . . . .	35
212. Устройство трубопровода для сточных вод . . . . .	35
213. Условия рационального устройства и испытания трубопровода для сточных вод . . . . .	36
214. Выбор конструкции насосов для откачивания сточных вод на поля орошения . . . . .	36
215. Расчет расхода силы на насос в зависимости от количества откачиваемых сточных вод . . . . .	36
216. Устройство водосборника на полях орошения . . . . .	36
217. Устройство дренированного поля орошения . . . . .	36
218. Стоимость устройства дренированного поля орошения . . . . .	36
219. Условия правильного функционирования поля орошения . . . . .	36
220. Причины неправильного функционирования полей орошения и меры к их устранению . . . . .	36
221. Эксплуатация полей орошения . . . . .	36
222. Очистка сточных вод по способу Proskowetz'a . . . . .	36
223. Очистка сточных вод по способу Dunbar'a . . . . .	36
224. Результаты очистки сточных вод по способу Dunbar'a на сахарных заводах . . . . .	37
225. Очистка сточных вод посредством извести и железного купороса . . . . .	37
226. Очистка сточных вод посредством гумина . . . . .	37
227. Очистка сточных вод посредством извести и угольной кислоты . . . . .	37

# ЛИТЕРАТУРА.

## Глава I-я.

### СВЕКЛА.

1. *Strohmer*. O.-U. Z. Z. 1908, 18.
2. *Stracosch*. O.-U. Z. Z. 1908, 1.
3. *Strohmer, Briem, Fallada*. O.-U. Z. Z. 1908, 175.
4. *Nobbe, Siegert*. C. Z. 1905—1906, 108.
5. *Briem*. C. Z. 1905—1906, 108.
6. *Strohmer, Stift*. O.-U. Z. Z. 1904, 17.
7. *Strakosch*. O.-U. Z. Z. 1906, 1.
8. *Strohmer*. O.-U. Z. Z. 1911, 11.
- 9, 10, 11. *Толмыгин*. „Ежегодник по сахарной промышленности 1913—1914 г.“ Вып. I-й. 290, 291, 288-289.
12. *Франкфурт*. „Ежегодник департамента земледелия“ 1913 г., 621.
13. *Hollrung*. D. Z. 1905, 518.
14. *Herke*. O.-U. Z. Z. 1912, 1.
15. *Andrlik (Hoffmann)*. Z. Z. B. 1908—1909, 221 и Z. V. Z., 1904, 1.
16. *Филиповский*. В. С. П. 1911, I, 692.
17. *Schnell, Bressel, Miret*. C. Z., 1908—1909, 579.
18. *Фомичев*. „Данные по культуре сахарной свеклы Сумской сельскохозяйственной опытной станции за 1914—1920 г.г.“, 1921 г., 7.
19. *Франкфурт, Нестеров*. В. С. П. 1912, II, 575.
20. *Фомичев*. „Данные по культуре сах. свеклы“, 2.
21. *Франкфурт, Нестеров*. В. С. П. 1912, II, 628.
22. *Фомичев*. „Данные по культуре сах. свеклы“, 5.
23. *Франкфурт*. „Культура сахарной свеклы по данным сети опытных полей“. 1912 г., 49.
- 24, 25. *Фомичев*. „Данные по культуре сах. свеклы“, 5.
26. *Заленский*. „Свекла в Западной России и в Польше“. 1919 г., 60—61.
27. *Briem*. C. Z. 1908—1909, 762.
28. *Заленский*. В. С. П. 1915, I, 558.
29. *Кляес*. В. С. П. 1914, I, 135.
30. *Задлер*. В. С. П. 1913, II, 782.
31. *Мизи*. В. С. П. 1922, № 7—8, 116.
32. *Фомичев*. „Данные по культуре сах. свеклы“, 1.
- 33, 34, 35, 36, 37, 38. *Франкфурт, Нестеров*. В. С. П. 1912, II, 661, 662, 694, 697, 701, 697.
39. *Левицкий*. В. С. П. 1908, 469.
40. *Сладовский*. „30 лет свекловичного хозяйства“. 1909—1911 г., 222—223.
41. *Волохов*. „Русская сахарная промышленность в цифрах“.
42. *Пшишкин*. „Труды 2-го съезда по сортоводно-семенному делу в сахпромышленности“ 1922 г., 152.
43. *Заленский*. „Свекла в Западной России и в Польше“, 42.
44. *Филиповский*. В. С. П. 1922, № 5—6, 17.
45. *Шрот*. „Заметки из сах.-заводской практики“ (рукопись).
46. *Орловский*. В. С. П. 1903, II, 1076.

47. *Heintze*. Z. V. Z. 1873, 197.
48. *Strohmer*. O.-U. Z. Z. 1902, 933 и 1903, 913.
49. *Stoklasa, Jelinek, Vitek*. Z. Z. B. 1902—1903, 633.
50. *Неводовский*. В. С. П. 1914, II, 291.
51. *Strohmer, Stift*. O.-U. Z. Z. 1904, 831.
52. *Strohmer, Fallada*. O.-U. Z. Z. 1908, 327.
53. *Карлсон*. Э. С. П. 1902, 98.
54. *Claassen*. Z. V. Z. 1895, 204.
55. *Левуцкий*. Э. С. П. 1909, 502.
56. *Friedl*. O.-U. Z. Z. 1912, 698.
57. *Pellet*. В. F. S. 1909—1910, 463.
58. *Толтыгин*. Э. С. П. 1912, 156.
59. *Schubart*. С. Z. 1905—1906, 994.
60. *Floderer, Herke*. O.-U. Z. Z. 1911, 385.
61. *Herke*. O.-U. Z. Z. 1912, 8.
62. *Wohryzek*. „Chemie der Zuckerindustrie“. 1914 г., 186.
63. *Urban*. Z. Z. B. 1907—1908, 17.
64. *Зуев, Мутти*. Э. С. П. 1910, 69.
65. *Schneider*. Z. Z. B. 1900—1901, 305.
66. *Луховицер*. Э. С. П. 1904, 274.
- 67, 68. *Herzfeld*. Z. V. Z. 1898, 827 и 1900, 341.
69. *Skärblom*. Z. V. Z. 1910, 931.
70. *Lippmann*. Z. V. Z. 1887, 312.
71. *Komers, Stift*. O.-U. Z. Z. 1898, 6.
72. *Толтыгин*. „Ежегодник по сах. промышленности 1913—1914 г.“.  
Вып. I-й, 288-291.
73. *Strohmer, Fallada*. O.-U. Z. Z. 1908, 327 и 1909, 326.
74. *Herzfeld*. Z. V. Z. 1894, 278.
75. *Friedl*. O.-U. Z. Z. 1910, 235.
76. *Andrlík*. Z. Z. B. 1904—1905, 513.
77. *Andrlík, Stanek*. Z. Z. B. 1901—1902, 343.

## Глава II-я.

### ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ.

1. *Grundmann, Fölsche*. Z. V. Z. 1912, 985.
2. *Эргардт*. Э. С. П. 1901, 22.
3. *Кронанин*. Э. С. П. 1901, 181.
4. *Видавский*. В. С. П. 1910, II, 437.
5. *Видавский*. В. С. П. 1910, II, 449.
6. *Julhiard*. В. F. S. 1898—1899, 347.
7. *Claassen*. Z. V. Z. 1891, 111.
8. *Loisinger*. O. U. Z. Z. 1898, 158.
9. *Wohryzek*. „Chemie der Zuckerindustrie“. 1914 г., 221.
10. *Claassen*. „Die Zuckerfabrikation“ 1901 г., 14.
11. *Julhiard*. В. F. S. 1898—1899, 347.
12. *Pellet*. В. F. S. 1898—1899, 432.
13. *Schneider*. Z. Z. B. 1910—1911, 463.
14. *Steen*. D. Z. 1908, 87.
15. *Heinze*. С. Z. 1906—1907, 624.
16. *Толтыгин*. „Ежегодник по сахарн. промышлени.“ 1913—1914 гг.  
Вып. II-й, пр. IV—V.

17. *Heinze*. С. Z. 1906—1907, 624.
18. *Pellet*. В. F. S. 1898—1899, 432.
19. *Лиховицер*. З. С. П, 1903, 99.
20. *Steurnagel (Metzger)*. Gesundheits Ingeineur. 1908, 49.
- 21, 22. *Толыгин*. „Ежегодник по сахарн. промысл. 1913—1914 гг. Вып. II-й, пр. V.
23. *Herzfeld*. Z. V. Z. 1905, 343.
24. *Толыгин*. „Ежегодник по сахарн. промыслен. 1913—1914 гг.“. Вып. II-й, пр. VI.
25. *Goller*. O.-U. Z. Z. 1901, 714.

## Глава III-я.

### ДИФФУЗИЯ.

1. *Pfeffer*. „Osmotische Untersuchungen“. 1877.
2. *Graham*. *Liebig's Annalen*, 123,3.
3. *Musculus, Meyer*. „Die Chemie der Duckerarten“. Lippmann. 1904. В. II. 1115.
4. *Pellet*. В. S. F. 1891—1892, 179.
5. 6. *Herzfeld*. Z. V. Z. 1889, 304.
7. *Сильман*. В. С. П. 1901, II, 520.
8. *Розенберг*. З. С. П. 1886, 320.
9. *Preissler*. Z. V. Z. 1899, 159.
10. *Pfeffer*. Z. Z. Z. 1899, 161.
11. *Claassen*. „Практическое руководство по производству сахара“, перев. Бельке. 1910, 31.
12. *Stift, Gredinger*. „Der Zuckerübenbau und die Fabrication des Rübenzucker's“ 1910, 179.
13. *Musil*. O.-U. Z. Z. 1911, 473.
14. *Толыгин*. „Ежегодник по сахарной промышленности“ 1913-1914 г. Вып. II, 739.
15. *Niessen*. Z. V. Z. 1889, 375.
16. *Толыгин*. „Ежегодник по сах. пром.“ 1913—1914 г. Вып. II, 735.
17. *Сokolov*. З. С. П. 1915, 111.
18. *Schiffner*. „Машины и аппараты свекло-сахарных и рафинадных заводов“, перев. Злобинского. 1914, 14.
19. *Толыгин*. „Ежегодник по сах. пром.“ 1913—1914 г. Вып. II, 735.
20. *Röpke*. „Der praktische Maschinen-Konstruktor“. 1912, 181.
21. *Pfeiffer*. Z. V. Z. 1889, 607.
22. *Goller*. O.-U. Z. Z. 1901, 714.
23. *Herzfeld*. Z. V. Z. 1889, 304.
24. *Kraemer*. С. Z. 1904—1905, 256, 284.
25. *Robert*. Z. V. Z. 1865, 86.
26. *Bergreen*. Z. V. Z. 1877, 254.
27. *Herzfeld*. Z. V. Z. 1889, 304.
28. *Andrlik*. Z. Z. B. 1903—1904, 1.
29. *Herzfeld*. Z. V. Z. 1893, 173.
30. *Battut*. Z. Z. B. 1886—1887, 96.
31. *Heinze*. С. В. 1907—1908, 1294.
32. *Сильман*. В. С. П. 1901, II, 520.
33. *Claassen*. Z. V. Z. 1897, 122.

34. *Gröger. O.-U. Z. Z.* 1901, 720.
35. *Bohle. D. Z.* 1908, 275.
36. *Pellet.* 1906—1907; 1531.
37. *Карлсон. Э. С. П.* 1896, 249; 1898, 161; 1900, 187; 1915, 193.
- 38, 39. *Овсянников. Э. С. П.* 1915, 223.
40. *Andrlik. Z. Z. B.* 1900—1901, 397; 1903—1904, 10; 1906—1907, 440.
41. *Nowakowski, Muszynski. G. Z.* 1905—1906, 129, 145.
42. *Andrlik, Urban, Stanek. Z. Z. B.* 1899—1900, 205; 1906—1907, 440.
43. *Овсянников. Э. С. П.* 1915, 223.
44. *Schevrop. Z. V. Z.* 1883, 501.
45. *Мунц. В. С. П.* 1912, II, 139.
46. *Stoklasa. Z. Z. B.* 1897—1898, 305.
47. *Schöne. Z. V. Z.* 1901, 453; 1904, 1060.
48. *Fischmann. Z. V. Z.* 1871, 309.
49. *Абрагам. В. С. П.* 1900, 1418.
50. *Брендель. В. С. П.* 1904, I, 962.
51. *Pellet. Z. V. Z.* 1911, 435.
52. *Дохленко. Э. С. П.* 1910, 85.
- 53, 54. *Claassen. Z. V. Z.* 1891, 230; *C. Z.* 1895—1896, 793.
55. *Herzfeld. Z. V. Z.* 1894, 278.
56. *Gonnermann. D. Z.* 1905, 145.
57. *Andrlik. Z. Z. B.* 1893—1894, 190.
58. *Брендель. В. С. П.* 1904, I, 962.
59. *Мунц. В. С. П.* 1905, I, 628.
60. *Gonnermann. D. Z.* 1905, 145.
61. *Claassen. D. Z.* 1912, №№ 1, 10.
- 62, 63. *Herzfeld. Z. V. Z.* 1891, 298; 1905, 337.
64. *Pellet. D. Z.* 1910, 446.
65. *Weisberg. Z. V. Z.* 1894, 875.
66. *Hermann. Э. С. П.* 1906, 240.
67. *Stift. O.-U. Z. Z.* 1903, 349.
68. *Rydlewski. Z. V. Z.* 1898, 529.
69. *Maerker. O.-U. Z. Z.* 1882, 825.
70. *Zaitschek. O.-U. Z. Z.* 1913, 1.
71. *Maerker. O.-U. Z. Z.* 1882, 825.
72. *Demiautte, Vualfat. B. S. F.* 1909—1910, 1169.
73. *Zaitschek. O.-U. Z. Z.* 1913, 1.
74. *Вольский. В. С. П.* 1910, II, 274.
75. *Плаксицкий. В. С. П.* 1906, I, 642.
76. *Kühn. „Chem.—Techn. Dademekum für Zuckerrfabriken“ von Gröger. B. I.* 86.
77. *Müller., Ohlmer. Z. V. Z.* 1893, 301.
78. *Heinze. C. Z.* 1904—1905, 660.
79. *Rydlewski. Z. V. Z.* 1896, 454.
80. *Heinze. C. Z.* 1904—1905, 660.
81. *Kellner. „Verfütterung der Zuckermittel“.* 1909.
82. *Вольский. В. С. П.* 1913, I, 844.
83. *Челинцев. „Опыт изучения крестьянского хозяйства“.* 1919, III, 159.
84. *Стрихаржевский. В. С. П.* 1913, I, 417.
85. *Jelinek. O.-U. Z. Z.* 1889, 477.
86. *Тугер. Э. С. П.* 1913, 343.
87. *Janak. D. Z.* 1914, 641.
88. *Rydlewski. Z. V. Z.* 1896, 454.
89. *Strohmer. O.-U. Z. Z.* 1904, 558—559.

90. *Kujdlewski*. D. Z. 1895, 1411.
91. *Плаксицкий*. В. С. П. 1906, I, 927.
92. *Gutherz*. O.-U. Z. Z. 1904, 186.
93. *Greiner*. C. Z. 1907—1908, 144.
94. *Зуев*. „Беззлежень Сахаротреста“. 1923, № 5.
95. *Steffen*. O.-U. Z. Z. 1907, 714.
96. *Herzfeld*. Z. V. Z. 1912, 497.
97. *Kaiser*, *Talhard*, *Honcamp*. O.-U. Z. 1903, 853.
98. *Herzfeld*, *Raar*. Z. V. Z. 1912, 497.
99. *Павловичев*. З. С. П. 1915, 41.
100. *Берг*. З. С. П. 1913, 355.
101. *Saxmann*. Z. V. Z. 1874, 404.
102. *Дергачев*. З. С. П. 1898, 270.
103. *Бальман*. В. С. П. 1901, II, 520.
104. *Claassen*. D.-R. Pat. № 194046, 13, XII, 1905.
105. *Herzfeld*. Z. V. Z. 1910, 108.
106. *Claassen*. Z. V. Z. 1905, 260.
107. *Енько*. З. С. П. 1898, 270.
108. *Herzfeld*. Z. V. Z. 1910, 108.
109. *Claassen*. Z. V. Z. 1905, 260.
110. *Енько*. З. С. П. 1898, 270.
111. *Claassen*. Z. V. Z. 1905, 260.
112. *Herzfeld*. Z. V. Z. 1910, 150.
113. *Толыгин*. „Ежегодник по сах. пром.“ 1913—1914 г. Вып. II, прил., стр. VII.
114. *Andrlik*. Z. Z. B. 1903—1904, 10.
115. *Kaiser*. D. Z. 1909, 97.
116. *Dostal*. Z. Z. B. 1907—1908, 280.
117. *Bergreen*. Z. V. Z. 1877, 254.
118. *Garez*. Z. V. Z. 1899, 53.
119. *Vivien*. B. S. F. 1898—1899, 538.
120. *Kaiser*. D. Z. 1909, 97.
121. *Rousseau*. Z. V. Z. 1906, 967.
122. *Kaiser*. D. Z. 1909, 97.
123. *Melichar*. Z. Z. B. 1901—1902, 206.
124. *Dostal*. Z. Z. B. 1907—1908, 280.
125. *Andrlik*. Z. Z. B. 1903—1904, 1.
126. *Steffen*. Русск. пат. № 7124, 31, VIII, 1922.
127. *Комиссия (Herzfeld и др.)*. O.-U. Z. Z. 1907, 229.
128. *Herzfeld*. Z. V. Z. 1912, 152.
129. *Вишняков*. В. С. П. 1911, I, 471.
130. *Herzfeld*. Z. V. Z. 1910, 222.
- 131, 132. *Вишняков*. В. С. П. 1911, I, 537.
133. *Andrlik*, *Urban*, *Stanek*. Z. Z. B. 1908—1909, 667.
134. *Вишняков*. В. С. П. 1911, I, 539.
135. *Andrlik*. Z. Z. B. 1908—1909, 667.
136. *Emmrich*. Z. V. Z. 1910, 877.
137. *Вишняков*. В. С. П. 1911, I, 573.
138. *Herzfeld*. Z. V. Z. 1910, 241.
139. *Pellet*. B. S. F. 1902—1903, 668.
140. *Бертран*. З. С. П. 1901, 44.
141. *Чапиковский*. „Курс лекций по сах. производству в Х. Т. И.“ проф. Зуева (Рукопись).
142. *Raabe*. D.-R. Pat.

143. Knobloch. D. Z. 1923, № 6.
144. Зуев, Шумилов. З. С. П. 1911, 1, 72.
145. Бр. Заграфос. З. С. П. 1906, 31.
146. Сопазко. З. С. П. 1913, 393.
147. Зуев. „Доклад Всеукраинскому теплотехническому съезду“.
148. Вухре. D. Z. 1903, 649.
149. Лиховицер. З. С. П. 1903, 99.
150. Claassen. „Практич. руководство по сах. производству“, и Бельке. 1910, 333.
151. Хлопин. „Загрязнение проточных вод“. 1902, 8.
152. Куркор. В. С. П. 1911, II, 238.
153. Штауб. „Обезвреживание городских отбросов“, 1911, 19—20.
154. Толыгин. „Ежегодник по сах. пром.“ 1913—1914 г. Вып. прилож., стр. VII.
155. Сляский. З. С. П. 1902, 335.
156. Pheuhert. Die Verunreinigung der gewässer“ von Koenig. В. I.
157. Васильев. В. С. П. 1900, 1258.
158. Сляский. В. С. П. 1902, I, 137.
159. Сиверцов. В. С. П. 1901, I, 742.
160. Васильев. В. С. П. 1900, 1393.
161. Strohmeyer, Stift. O.-U. Z. Z. 1896, 231.
162. König. O.-U. Z. Z. 1899, 630.
163. Walberg. Z. V. Z. 1874, 855.
164. Kamp, Adam. O.-U. Z. Z. 1905, 567.
165. Herzfeld. Z. V. Z. 1905, 169.
166. Frees. Z. Z. B. 1910—1911, 580.
167. Roubinek. Z. Z. B. 1912—1913, 128.
168. Andrlík, Stanek. Z. Z. B. 1912—1913, 283.
169. Roubinek. Z. Z. B. 1912—1913, 128.
170. Crache. Z. V. Z. 1875, 1076.
171. Pellet. S. J. 1906, 173.

### УСЛОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ.

1. „Записки Киевского Отделения Всероссийского технического общества по сахарной промышленности“ . . . . . З. С.
2. „Вестник сахарной промышленности Всероссийского общества сахарозаводчиков“ . . . . . В. С.
3. „Вісник цукрової промисловости Главсахара и Сахаротреста“ . . . . . В. С.
4. „Gazeta Cukromnicza“ . . . . . G. Z.
5. „Zeitschrift des Vereins der Deutschen Zucker-Industrie“ . . . . . Z. V.
6. „Die deutsche Zuckerindustrie“ . . . . . D. Z.
7. „Centralblatt für die Zuckerindustrie“ . . . . . C. Z.
8. „Neue Zeitschrift für Rübenzucker-Industrie“ . . . . . N. Z.
9. „Jahres-Bericht über die Untersuchungen und Fortschritte der Zuckerfabrikation“ . . . . . J. B.
10. „Oesterreich-Ungarische Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft“ . . . . . O. U.
11. „Zeitschrift für Zuckerindustrie in Böhmen“ . . . . . Z. B.
12. „Bulletin de l'association des chimistes de sucrerie et de distillerie de France et de colonies“ . . . . . B. S.
13. „La sucrerie indigene et coloniale“ . . . . . S. I.
14. „La sucrerie belge“ . . . . . S. B.

## ПРЕДИСЛОВИЕ.

Эта книга является результатом моего двадцатипятилетнего теоретического и практического изучения сахарного производства. В ней я старался дать с возможной полнотой ответы на существенные вопросы сахарного производства, причем мною учитывались особо важные из них для русского сахарного производства, как отличного от заграничного. В изложении я старался быть объективным, а потому в подтверждение правильности того или иного вывода мною всюду приводятся результаты соответствующих научных исследований, произведенных в заводской или лабораторной обстановке.

Выражаю уверенность, что моя книга облегчит тяжелый труд восстановления русской сахарной промышленности путем всемерного использования современных достижений в области теории и практики сахарного производства.

Профессор-Инженер М. Д. ЗУЕВ.

Харьков,  
Технологический Институт.  
20. XI. 1923.

К этой книге мною предположено издать особый атлас конструктивных чертежей аппаратов сахарного производства и исполнительных чертежей проекта сахарного завода.

М. Д. З.

## ГЛАВА I.

# С в е к л а.

**§ 1.** Сырьем производства сахара в России, а равно в Западной Европе, служит корень особого рода свеклы, именуемой „сахарной“ и отличающейся от „столовой“ свеклы, употребляемой в пищу человека, и от „кормовой“ свеклы, применяемой для корма скота, большим процентным содержанием сахара и высшей доброкачественностью сока, а также формой корня и цветом сока.

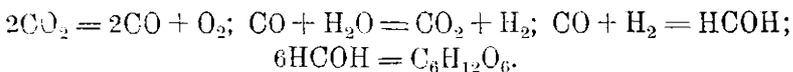
Сахарная свекла представляет собою растение двухлетнее и требует для своей культуры наличия соответствующих климатических и почвенных условий, чем и обуславливается районы ее распространения у нас и за-границей.

Одно из самых существенных условий, обеспечивающих успех всякого производства, заключается в том, чтобы сырье, поступающее в завод на переработку, было возможно лучшего качества и стоило возможно дешево, т. к. то и другое обуславливает больший выход продукта и меньшую стоимость его. В частном случае, в сахарном производстве, сырье — корень свеклы (бурак) должен быть с большим процентным содержанием сахара, а сок его должен иметь высшую доброкачественность, и 1 берковец бурака должен стоить возможно дешево, т. к. только тогда получится больший выход сахара и он обойдется дешево.

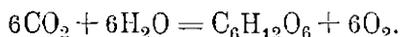
Отсюда явствует, насколько важно остановиться на оценке свеклы, как сырья сахарного производства; но последнее возможно сделать только при неприменном ознакомлении с рядом вопросов по культуре свеклы, т. к. качества свеклы зависят всецело от условий культуры ее.

**§ 2.** Наиболее существенным вопросом физиологии растений, представляющим особый интерес для культуры свеклы, является вопрос об образовании сахара в свекле.

Согласно современной гипотезе, жизненный процесс всех высших растений заключается в том, что из углекислоты воздуха и воды, под влиянием солнечного света и тепла, образуются внутри хлорофиллоносных клеток органические вещества. Этот процесс именуется „ассимиляцией“ и по своему химическому существу он должен быть отнесен к числу, так называемых, редуccionных процессов, потому что углекислота сначала восстанавливается в окись углерода, которая затем вступает в соединение с водородом воды, причем образуется формальдегид, а последний путем конденсации превращается в углеводы. Химизм образования формальдегида и конденсации его в углевод может быть изображен нижеследующими равенствами:



Химизм того же процесса ассимиляции иногда изображают венством:



Процесс ассимиляции принадлежит к числу эндотермических процессов, для выполнения его требуется затрата энергии, которая в данном случае заключается в солнечных лучах.

Аппаратом, посредством которого в растениях осуществляется процесс ассимиляции, служит лист. Он своей поверхностью воспринимает солнечную энергию и через устьица в нем углекислота и вода проникает из воздуха внутрь хлорофиллоносных клеток.

§ 3. К процессу ассимиляции должен быть отнесен также и процесс образования сахара в свекле. В настоящее время по этому вопросу существуют две гипотезы: одна принадлежит Strohmeyr'у (1), другая Strakoschy (2).

По мнению Strohmeyr'a, сахароза, находящаяся в корне свеклы не является продуктом конденсации глюкозы и фруктозы в нем, она образуется в листьях свеклы, откуда, как таковая, транспортируется в корень, где отлагается внутри клеток. Это мнение противно положению ранее существовавшему по этому вопросу и согласно которому предполагалось, что в листьях свеклы образуются из углекислоты воздуха и воды, под влиянием солнечного света и температуры глюкоза и фруктоза, т. е. инвертный сахар, которые, как такового поступают в корень, где и конденсируются в сахарозу. Подтверждением правильности мнения Strohmeyr'a и опровержением ранее существовавшего мнения могут служить результаты, полученные при анализе листьев и корней свеклы, выращенной в одинаковых условиях (см. табл. I):

Таблица I.

Д а т ы.	В листьях.		В корнях.	
	Сахарозы %	Инверт. сахара %	Сахарозы %	Инверт. сахара %
7 июня . . . . .	0,3	0,18	0,70	следы
21 июня . . . . .	0,6	0,15	4,70	следы
5 июля . . . . .	1,2	0,29	7,30	0,0
19 июля . . . . .	0,7	0,48	8,00	0,0
16 августа . . . . .	0,9	0,62	10,20	0,0
13 сентября . . . . .	0,8	0,75	11,60	0,0
27 сентября . . . . .	0,8	0,81	12,30	0,0

Из этих данных явствует, что в листьях содержание инвертного сахара и сахарозы возрастает по мере роста свеклы и оно достигает известного предела, а в корне содержание сахарозы возрастает непрерывно до конца роста свеклы, инвертный же сахар если и появляется в корне, то только вначале роста, причем в дальнейшем он совершенно отсутствует. Еще более убедительным подтверждением правильности мнения Strohmeyr'a могут служить результаты, полученные им при анализе стеблей и корней скороспелой свеклы, т. е. дающей в первый же вегетационный период цветные семена (см. табл. II):

Таблица II.

	В стебле	В корне.
Сахарозы . . . . .	1,83	15,38
Инвертн. сахара . . . . .	0,31	0,00

Итак, на основании приведенных данных, приходим к выводу, что сахароза образуется в листьях и, как таковая, транспортируется из них по стеблям (черенкам) в корень, где и накапливается по мере роста свеклы.

По мнению Strakosch'a, первым продуктом ассимиляции в свекловичном листе является глюкоза, которая частью превращается в фруктозу, причем та и другая конденсируются в сахарозу; последняя, как таковая, транспортируется из листьев по черенкам в корень, где и накапливается по мере роста свеклы. Это мнение находит подтверждение в вышеприведенных данных анализов листьев и корня свеклы, согласно которым в листьях обнаруживается присутствие сахарозы и инвертного сахара, в стеблях содержание сахарозы преобладает над содержанием инвертного сахара, а в корне находится только сахароза и отсутствует совершенно инвертный сахар.

§ 4. Итак, листья являются тем аппаратом, при посредстве которого сахар образуется и накапливается в корне свеклы. Кроме того, листья служат тем аппаратом, при посредстве которого происходит процесс образования не только сахара, но и других органических веществ, входящих в состав мякоти и сока свекловичного корня.

Вот почему, всякое повреждение листьев свеклы разного рода вредителями или обрывание их с целью использования для корма скота, как это имеет место в Австрии и отчасти в Германии, всегда сопровождается уменьшением процентного содержания сахара в корне и уменьшением веса последнего, или что то-же—уменьшением урожая свеклы и уменьшением сбора сахара с десятины. Опыты, произведенные на селекционной станции фирмы Wohank'a в Австрии Strohmeg'ом, Briem'ом и Fallad'a (3) вполне подтверждают правильность вышесказанного мнения о значении листьев для культуры свеклы. Растения, предназначенные для опытов, происходили из одинаковых семян и в отношении почвы, удобрения, культуры, атмосферных осадков и т. д. росли при совершенно одинаковых условиях. Поле было разделено на несколько равных участков. Растения одного участка остались с совершенно нетронутыми листьями; у растений же других участков были одновременно сняты листья. Листья срезались косо так, что оставались черенки высотой около 5 сант. Посев был произведен 6-го апреля н. ст., прорывка 6-го июня, а выкопка 12-го октября. Пробы брались одновременно со всех участков. Результаты анализов этих проб получились таковы (см. табл. III):

Таблица III.

	Листья не были срезаны				Листья были срезаны		
	Свекла была выкопана				12-го июня	30-го июля	24-го августа
	12-го июня	30-го июля	24-го августа	12-го октября			
Состав листьев	Свекла была вык. 12 окт.						
Средн. вес гр. . . . .	330	310	317	167	109	111	110
Сахара % . . . . .	след.	0,75	2,0	1,70	1,40	0,70	1,20
Инв. сахара % . . . . .	0,53	1,06	1,48	1,30	0,63	0,74	1,07
Воды % . . . . .	90,00	88,67	84,13	83,13	85,40	85,11	85,01
Состав корня							
Средн. вес гр. . . . .	130	165	357	692	436	411	530
Сахара % . . . . .	9,2	14,4	17,82	17,16	17,66	16,39	16,72
Сахара в корне гр. . . . .	11,96	23,76	63,62	118,75	77,00	67,36	88,61
Воды % . . . . .	85,86	77,22	75,38	75,21	74,33	74,89	76,00

Полученные данные ясно показывают, что затенение свеклы в период ее роста влечет за собою уменьшение процентного содержания, а также общего содержания сахара в корне и равно сопровождается увеличением процентного содержания несахара в соке последнего, т. е. понижает доброкачественность этого сока.

§ 6. В соке корня свеклы находится, наряду с сахаром, целый ряд органических веществ, именуемых суммарно органическим несахаром, среди которых имеются азотсодержащие, напр., белки, амиды амидокислоты и пр. Процесс ассимиляции азота, в отличие от такового углерода, может происходить в листьях не только освещенных, но и затененных и не менее успешно во втором случае, чем в первом. К числу азотистых веществ относятся и белки, процесс образования которых в растениях вообще и в свекле в частности, до сих пор мало известен. Много вероятно, что материалом для образования белков служат амидокислоты и углеводы.

Strohmer (8) произвел анализ проб свеклы, из которых одна была выращена при полном освещении, а другая при частичном (до полудня) затенении, причем получил такие результаты (см. табл. VIII):

Таблица VIII.

Состав сухого вещества корня свеклы

	Без затенения	С затенением
Азотистых белков. вещ. % . . .	4,65	4,64
Азотистых небелков. вещ. % . . .	1,46	1,65

§ 7. Прогресс сахарной промышленности в значительной мере зависит от двух факторов: от степени совершенства техники производства и от качества перерабатываемого сырья. Состояние техники сахарного производства в значительной мере характеризуется выходом сахара, выражаемым в процентах от веса сахара в свекле, а также наименьшими затратами труда, топлива и материалов на единицу веса (1 пуд) вырабатываемого сахара.

Качество перерабатываемой свеклы в большей мере обуславливается выходом сахара, выраженным в процентах от веса (или в фунтах на берковец) перерабатываемой свеклы.

Для суждения о развитии сахарной промышленности в России приведем нижеследующие статистические данные (см. табл. IX), собранные Толпыгиным (9):

Таблица IX.

Годы	Число заводов.	Переработано свеклы		Получено сахара		Выход сахара		
		Всего заводы млн. берк.	1 завод берковцев в сутки	Всего заводы млн. пуд.	1 завод пудов в сутки	С 1 берк. (10-п.) в фунтах	В % по весу све- кль,	В % по весу саха- ра в свекле
1890—1891	222	30198	1490	29376	1476	38,92	9,73	76,31
1895—1896	229	33569	1947	39625	2298	47,20	11,80	78,30
1900—1901	273	39077	2227	48974	2770	50,12	12,53	79,96
1905—1906	275	46913	2463	53201	2793	45,36	11,34	78,64
1910—1911	275	79331	2969	116614	4338	58,44	14,61	81,89
1913—1914	281	72222	3303	90868	4156	50,32	12,58	81,00

Эти данные вполне подтверждают правильность вышесказанного мнения.

§ 5. Выше было указано, что процесс образования сахара и других органических веществ происходит в листьях свеклы под влиянием солнечной энергии в виде световых и тепловых лучей солнца. Опытные наблюдения вполне подтверждают весь вред, происходящий от недостатка солнечного света в период роста свеклы и выражающийся в уменьшении сахаристости и урожайности ее. Правда, свекла может развиваться на исключительно рассеянном солнечном свете, конечно, при достаточной интенсивности его, но прямой солнечный свет ускоряет накопление сахара в корне, а равно ускоряет рост последнего. Соответствующими опытами было выяснено, что накопление сахара в корне происходит с различной интенсивностью в зависимости от того, под влиянием каких цветных лучей солнечного спектра будет происходить рост свеклы. Выяснилось, что свекла, как и другие растения, нуждается для своего успешного роста и накопления сахара в воздействии, главным образом, белых лучей, между тем как наличие фиолетовых лучей не оказывает особого благоприятного влияния. Таким образом, в данном случае световые лучи солнечного спектра играют несравненно большую роль, чем химические лучи его.

Strohmer и Stiff (6) произвели выращивание свеклы под прикрытием стекол разных цветов, причем в остальных условиях были одинаковы. Результаты анализа проб свеклы оказались таковы (см. табл. VI):

Таблица VI.

	Солнечный	Белый	Желтый	Синий	Красный
Листья средн. вес в гр. . . . .	612,3	360,7	270,0	78,3	186,7
Корень средн. вес в гр. . . . .	1138,0	654,0	554,0	313,3	362,0
Сахара % по весу корня . . . . .	10,10	9,00	7,73	8,23	7,03

Наблюдениями было установлено, что процесс конденсации моносахаридов, т. е. глюкозы и фруктозы в дисахарид, т. е. в сахарозу, совершается сравнительно быстро в листьях освещенных и замедляется весьма сильно в листьях затененных. Наблюдениями также установлено, что свекла, выросшая при недостатке солнечного света, отличается не только меньшей сахаристостью сока, но также и более низкой доброкачественностью его, т. е. является менее ценным сырьем производства.

Strakosch (7) производил анализы проб свеклы, выросшей на одном поле, но на одном участке свекла росла без затенения, а на другом участке она росла при полном затенении. Результаты анализов получились таковы (см. табл. VII):

Таблица VII.

	Солнечн.	Тенев.	Солнечн.	Тенев.
Врѣх сока . . . . .	17,70	16,55	20,05	19,08
Сахара в соке % . . . . .	14,45	12,84	17,60	16,09
Несахара в соке % . . . . .	3,25	3,71	2,45	2,99
Доброкачествен. сока . . . . .	81,6	77,6	87,70	84,30
Сахара в свекле % . . . . .	12,60	11,70	15,80	14,00
Сахара в корне гр. . . . .	190	58	328	105

Эти данные могут служить ярким доказательством, что обрывание листьев как в ранний, так и в поздний период роста свеклы, весьма вредно отражается на процентном содержании сахара в корне и на среднем весе последнего. Уменьшение содержания сахара в корне свеклы находится в тесной зависимости от времени обрывания листьев: если таковые обрываются непосредственно перед периодом максимума образования сахара в листьях, тогда замечается наибольшее уменьшение содержания сахара в корне, а также уменьшение веса последнего. Таким временем, судя по данным анализом листьев, надо признать август месяц. Если же обрывание листьев производится значительно раньше указанного периода роста свеклы, то, ко времени образования максимума сахара в листьях, таковые успевают сильно развиться и тогда процентное содержание сахара в этой свекле достигает процентного содержания его в нормально выросшей свекле, хотя средний вес корня в первом случае будет всегда меньше, чем во втором, а это значит, что количество сахара, могущего быть полученным с десятины, будет больше тогда, когда в период роста свеклы не производится обрывания листьев.

Nobbe и Siegert (4) произвели опыты с целью выяснения влияния большего или меньшего удаления листьев в период роста свеклы на сахаристость и урожай свеклы, причем получили такие результаты (см. табл. IV):

Таблица IV.

	Урожай свеклы центнер.	Собрано сахара центнер.
Свекла со всеми листьями . . .	186	14
Свекла без 17 <sup>0</sup> / <sub>10</sub> листьев . . . .	172	12
Свекла без 85 <sup>0</sup> / <sub>10</sub> листьев . . . .	111	7

Примечание. Листья были оборваны 14-го августа н. ст.

Эти данные еще раз подтверждают правильность высказанного выше мнения.

Вышеизложенное следует дополнить тем, что обрывание листьев в период роста свеклы влечет за собою не только уменьшение содержания сахара в соке корня, но сопровождается также образованием большого количества минерального и органического несахара в этом соке, т. е. свекла получается с пониженной доброкачеством нормального сока, а это должно уменьшить ценность свеклы, как сырья производства.

Briem (5) произвел анализ двух проб свеклы, выросшей на одном поле, но на одном участке листья были срезаны целиком, а на другом участке листья были не тронуты. Листья были срезаны 8-го августа н. ст., а свекла была выкопана 5-го октября н. ст. Результаты анализом были получены таковы (см. табл. V):

Таблица V.

	Листья целые	Листья срезанные
Средний вес листьев гр. . . . .	191	140
Средний вес корня гр. . . . .	332	297
Сахара в свекле % . . . . .	19,36	17,05
Доброкачеством сока . . . . .	94,9	89,47

Для суждения о зависимости прогресса сахарной промышленности в России от успехов техники и культуры свеклы приведем нижеследующие статистические данные (см. табл. X), собранные Толпыгиным (10):

Таблица X.

Выхода сахара в сравнении с выходом в производство 1881-2 г. 7,43%  
по в. свеклы и 29,72 ф. с берков. 10 пуд.

Годы	Вследствие улучшения техники производства		Вследствие улучшения культуры свеклы	
	В % по весу свеклы	В фунтах на берк.	В % по весу свеклы	В фунтах на берк.
1885 г.—1886 г.	+0,43	+1,72	+0,72	+2,88
1891 г.—1892 г.	+0,74	+2,96	+2,64	+10,56
1895 г.—1896 г.	+0,88	+3,52	+3,49	+13,96
1901 г.—1902 г.	+1,20	+4,80	+3,46	+12,64
1905 г.—1906 г.	+0,91	+3,64	+3,00	+12,00
1910 г.—1911 г.	+1,36	+5,44	+5,82	+23,28

На основании приведенных данных возможно установить, что прогресс техники производства за последние 25 лет перед войною выразился увеличением выхода сахара с 75% до 80% по весу сахара в свекле, между тем, как улучшением культуры свеклы за тот же период достигнуто увеличение выхода сахара с 10% до 14,5% по весу свеклы. Вот почему, усилили техники за это же время были направлены в сторону экономии топлива, материалов, труда и ускорения производства. Что касается цены на сахар, то таковую удалось понизить за эти же годы, несмотря на вздорожание свеклы, рабочих рук, топлива, благодаря улучшению качества перерабатываемой свеклы, достигнутого успехами культуры последней.

§ 8. Для культуры свеклы имеют весьма существенное значение нижеследующие факторы: климат, почва, обработка и удобрение ее, семена. Рациональным сочетанием этих факторов можно достигнуть весьма благоприятных результатов культуры свеклы, подразумевая под этим, что урожай и сахаристость свеклы будут наибольшими, а доброкачественность ее сока будет наивысшей.

Для характеристики развития и состояния культуры свеклы в России и за границей уместно сопоставить соответствующие статистические данные. Эти данные относятся к сахарной промышленности в России и, начиная с 1881 года, делаются сравнительно полными, чем в предыдущие годы, благодаря введению акциза с пуда действительно выработанного сахара и возложению на чиновников акцизного ведомства обязанности вести статистику посевов свеклы, урожая, сахаристости ее и проч. Как все в мире статистические данные, так и относящиеся к русской сахарной промышленности, не могут считаться абсолютно верными. В особенности данные, относящиеся к сахаристости свеклы, следует признать скорее преуменьшенными, чем преувеличенными, так как заводоуправления в большинстве случаев старались показать меньшие потери сахара в производстве.

Данные, относящиеся к культуре свеклы в России, сгруппированы Толпыгиным (11) по пятилетиям, начиная с 1881 г. и кончая 1910 г., т. е. относятся к тому периоду, когда русская сахарная про-

мышленность проявила максимальное развитие за время своего столетнего существования (см. табл. XI):

Таблица XI.

Годы	Урожай свеклы в пуд. с дес.	Сбор сахара в пуд. с десяти.	Сах. % в соке	Добротач. сока	Примечание	
					С 1881 г. по 1886 г. в среднем	С 1910 г. по 1915 г. в среднем
С 1881 г. по 1885 г.	959	77	12,3	79,5		
" 1886 " 1890 "	1105	103,5	13,2	80,8	Посеяно свеклы в десяти.	Выработ. сахара пудов
" 1891 " 1895 "	1026	109,8	14,9	82,9		
" 1895 " 1900 "	989	108,0	15,3	83,3		
" 1901 " 1905 "	981	119,1	16,5	84,3		
" 1906 " 1910 "	1035	148,7	18,4	86,0	266624	20439348
						700000
						100000000

За указанное тридцатилетие площадь посева свеклы увеличилась в  $2\frac{1}{2}$  раза, количество выработанного сахара увеличилось в 5 раз, стоимость пуда сахара без акциза понизилась почти в  $2\frac{1}{2}$  раза, душевое потребление сахара возросло почти в 3 раза.

Из вышеприведенных данных явствует, что за указанный период урожай свеклы с десятины увеличился на 8%, чтобы не сказать—остался без изменения, сбор сахара с десятины увеличился на 93%, сахаристость свеклы возросла на 50%, доброкачественность ее сока повысилась на 7,5 единицы.

Итак, современное состояние культуры свеклы в России может быть охарактеризовано урожаем свеклы в 1000 пуд. с десятины и сбором сахара в 150 пудов с десятины.

§ 9. Насколько культура свеклы у нас стоит ниже, чем за границей, явствует из сопоставления помещенных здесь статистических данных урожая свеклы и сбора сахара с десятины в главных сахаропроизводящих государствах Западной Европы (см. табл. XII). Данные, относящиеся к культуре свеклы в Западной Европе, сгруппированы за пятилетие с 1909 г. по 1913 г.:

Таблица XII.

Государства	Свеклы с 1 десят. пудов	Сахара с 1 десят. пудов	Сахара % в свекле	Выработ. в год сахара пудов
Германия . . .	1890	280	18	126000000
Австрия . . .	1690	228	17	82400000
Франция . . .	1710	203	14,5	41200000
Бельгия . . .	1890	249	16,5	143000 0
Италия . . .	2010	217	13,5	11100000
Россия . . .	1130	147	16,5	92200000

Эти данные показывают, что урожай свеклы и сбор сахара с десятины в России, примерно, в два раза меньше, чем в Германии.

Выяснение причин, благодаря которым продуктивность русского земледелия в отношении культуры свеклы оказывается такой низкой, позволит выявить значение вышеуказанных факторов в культуре свеклы.

§ 10. Свекла, как и другие растения, требует для своего успешного произрастания определенных количеств тепла и влаги, т. е. наличия соответственно благоприятных климатических условий. Не следует упускать из виду, что культурная свекла—*Beta vulgaris* произошла, много вероятного, от дикой свеклы—*Beta maritima*, растущей на побережьях Средиземного моря, т. е. свекла по своему происхождению растение южное, и только благодаря культуре, произрастание ее стало возможным в Западной Европе и в России, при этом культурная свекла является растением двухлетним, а дикая свекла однолетним. В первом году вегетации свеклы из семени вырастают листья и корень, который в условиях европейского и русского климата не может зимовать без предохранительной защиты от морозов. Во втором году вегетации свеклы из корня вырастают стебли с листьями, происходит цветение и получают семена. Культурная свекла может произрастать в пределах всей Европы, за исключением самых северных и южных окраин, как чрезмерно холодных или жарких, так и чрезмерно влажных или сухих.

В подтверждение высказанного положения возможно сослаться на то, что свекла произрастает в Швеции и Италии, в России и Испании. Уместно заметить, что свекла значительно, чем другие растения, реагирует на специально благоприятные для ее роста естественные условия, напр., урожайность и сахаристость свеклы возрастают весьма сильно в зависимости от климата. Наиболее благоприятной по климатическим условиям для культуры свеклы является территория Европы в пределах от 47° сев. шир. до 52° сев. шир.

§ 11. Для суждения о климатических условиях тех районов Западной Европы и Европейской России, в которых производится свеклосеяние и где находится сахарные заводы, необходимо располагать данными температур и осадков за вегетационный период свеклы, т. е. за шесть месяцев, считая с апреля по сентябрь. Данные средних месячных температур атмосферного воздуха и средних месячных количеств атмосферных осадков по Франкфургу (12) будут (см. табл. XIII, табл. XIV):

Таблица XIII.

Средняя месячная температура атмосферного воздуха.

Местность	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Воронеж . . .	-9,8	-6,5	-3,1	+6,0	+14,9	+19,5	+21,7	+19,7	+12,5	+6,4	-2,0	-6,7
Харьков . . .	-7,9	-5,1	-1,3	+6,9	+15,4	+19,3	+21,2	+19,8	+13,5	+7,4	0	-5,1
Киев . . . . .	-6,1	-3,8	-0,4	+6,7	+14,9	+18,2	+19,9	+19,1	+13,4	+7,8	+0,8	-3,6
Варшава . . .	-3,6	-1,1	+2,1	+7,1	+13,7	+17,4	+18,9	+17,8	+13,4	+7,4	+2,2	-1,1
Прага . . . . .	-1,1	+0,7	+4,5	+8,6	+13,6	+17,7	+19,4	+18,4	+14,6	+9,2	+4,2	+0,6
Магдебург . . .	-0,8	+0,6	+4,3	+8,6	+12,9	+17,0	+18,3	+17,5	+14,1	+9,4	+4,0	+1,1

На основании приведенных данных, посредством вычисления, находим, что температура атмосферного воздуха средняя за 6 месяцев апрель—сентябрь будет:

Воронеж + 15,72	Варшава + 14,73
Харьков + 16,02	Прага + 15,38
Киев + 15,37	Магдебург + 14,73

Средние месячные количества атмосферных осадков  
в миллим.

Местность	Январь— март	Апрель— июнь	Июль— сентябрь	Октябрь— декабрь
Воронеж . . .	92	148	125	117
Харьков . . .	97	139	144	109
Киев . . . . .	104	163	177	185
Варшава . . .	96	162	177	109
Прага . . . . .	60	168	163	76
Магдебург . . .	98	135	156	115

На основании приведенных данных, посредством вычисления, находим, что количество атмосферных осадков в среднем за шесть месяцев (апрель—сентябрь) будет:

Воронеж 273 милл.	В а р ш а в а 339 милл.
Харьков 283 „	П р а г а 331 „
К и е в 345 „	М а г д е б у р г 291 „

Прежде чем делать вывод на основании приведенных данных, необходимо оговориться, что по своим свойствам почва, на которой возделывается в России свекла, т. е. чернозем, несколько не уступает таковой в Западной Европе и, следовательно, не в почвенных условиях кроются причины низкой урожайности и сахаристости свеклы в России, а в климатических условиях ее, отличных от Западной Европы.

§ 12. Если считать за благоприятные климатические условия для культуры свеклы те, которые имеются в свекловичном районе в Германии, то надо признать, в отношении температуры атмосферного воздуха изотеру, среднюю за вегетационный период свеклы, около  $15^{\circ}$  С, а в отношении количества атмосферных осадков за тот же период около 300 милл.

Наиболее распространено мнение, что низкий уровень урожая свеклы, как и вообще других культурных растений на юге России (на Украине), по сравнению с таковыми в Западной Европе, зависит от климата местности, полагая, что характерная особенность его заключается в засушливости—в недостаточном количестве выпадающих атмосферных осадков. Однако, при внимательном рассмотрении вышеприведенных метеорологических данных для некоторых свекловичных районов Западной Европы и Южной России оказывается, что это мнение далеко неправильное. Если в действительности районы, расположенные на восток, имеют несколько меньшее количество атмосферных осадков в сравнении с районами, расположенными на запад, то разница в 25 милл., во всяком случае, не настолько значительна, чтобы ею одною можно было объяснить столь большое различие в урожае свеклы у нас и за границей. Несомненно, большее значение в данном вопросе имеет различие не во влажности, а в температуре климата западных и восточных районов, чем обуславливается большая продолжительность вегетационного периода свеклы за границей, чем у нас.

Хотя характеризовать продолжительность вегетационного периода свеклы для различных мест точными данными представляется почти невозможным, но все же достаточно верное представление о существующих в этом отношении различиях можно получить на осно-

вании месячных температур атмосферного воздуха: чем ниже средняя температура весенних и осенних месяцев, тем, следовательно, посев начинается позже, а копка раньше и, наоборот, чем выше средняя температура весенних и осенних месяцев, тем посев может начаться раньше, а копка позже, тем, следовательно, больше то время, в течение которого свекла может расти, т. е. увеличиваться в весе и обогащаться сахаром.

При рассмотрении выше приведенных данных средних месячных температур атмосферного воздуха для различных свекловичных районов видим, с какой правильностью сокращается вегетационный период свеклы с запада на восток, и как одновременно с сокращением такового повышается средняя температура летних месяцев.

Таким образом, рассмотрение этих данных вызывает следующий ответ на вопрос о низком урожае свеклы у нас по сравнению с урожаем ее за границей: причиной низкой урожайности свеклы в украинских губерниях и особенно в великороссийских губерниях является короткий вегетационный период, сокращающий время роста свеклы, т. е. возрастания ее веса и обогащения ее сахаром, и высокая средняя летняя температура, затрудняющая при росте свеклы использование влаги выпадающих атмосферных осадков, вследствие большого ее расхода на испарение.

Сказанное следует дополнить тем, что у нас копку свеклы начинают на месяц раньше, чем за границей, не только из опасения заморозить свеклу, но из опасения, что не успеют во-время выкопать ее по недостатку рабочих рук и во-время свезти ее на завод за отсутствием шоссежных дорог.

Насколько климатические условия оказывает сильное влияние на культуру свеклы, это явствует из сопоставления урожая и сахаристости свеклы в разных свекловичных районах России за пятилетие, считая с 1909 г. по 1914 г. (см. табл. XV):

Таблица XV.

Р а й о н .	Свеклы с 1 десят. пуд.	Сахара с 1 десят. пуд.	Выход сахара с 1 берк. фун.	Выход сахара из свеклы %
Юго-Западн. (Киев)	1079	142,8	53,2	13,3
Центр. (Харьков)	1190	163,1	55,6	13,9
Восточн. (Воронеж)	909	116,3	51,9	13,0

§ 13. Наибольшее влияние на урожайность свеклы оказывает количество атмосферных осадков, а вместе с этим влажность почвы. Путем расчета возможно установить то нормальное количество атмосферных осадков, которое необходимо для успешной культуры свеклы. По Ноллинг'у (13), для производства 1 центнера сухого вещества свеклы требуется 400 центнеров почвенной влаги. Отсюда следует, при условии содержания в свекле 25% сухих веществ, потребуется:

для 4 центнеров свеклы 400 центнеров влаги

„ 1 „ „ „ 100

1 милл. дождя на 1 кв. метр дает 1 килогр. воды=1 литру

1 морг.=2.500 кв. метр.

1 милл. дождя на 1 морг равнознач. 2.500 килогр. воды=50 центнер. воды,

100 центнер. воды необходимо для 1 центнера свеклы.

50 центнер. воды или 1 милл. дождя необходимы для 1/2 центнера свеклы

Если принять, что норма атмосферных осадков за вегетационный период свеклы составляет 300 милл., то это количество влаги составляет потребность при росте  $\frac{300}{2} = 150$  центнер. свеклы, но при условии, что все количество атмосферных осадков будет воспринято почвой и усвоено свеклой, между тем как при самых благоприятных условиях далеко не все количество выпадающих атмосферных осадков задерживается почвой в ее верхних слоях, а потому весьма значительная часть почвенной влаги, в особенности при солнечной погоде, испаряется и, таким образом, пропадает бесполезно для роста свеклы. Если допустить, что только  $\frac{2}{3}$  атмосферных осадков утилизируется при росте свеклы, то 200 милл. влаги обеспечит потребность при росте  $\frac{150 \times 2}{3} = 100$  центнер. свеклы на 1 морг, или, что то-же, обусловит урожай 1200 пуд. свеклы с 1 десятины.

Какое влияние на вес корня, содержание в нем сахара, а также на доброкачественность сока может оказать большее или меньшее количество атмосферных осадков, выпадающих в период роста свеклы, возможно судить из результатов, полученных Herke (14) при его опытах выращивания свеклы в больших бетонных резервуарах, применяя для поливки разное количество воды (см. табл. XVI):

Таблица XVI.

№ сосуда	Количество воды милл.	Вес листьев гр.			Вес корня гр.
1	487,2	180			440
2	684,7	380			575
3	984,7	540			685

№ сосуда	Брикк	Сах.	Добр.	Общ. N	Вредн. N
1	20,20	16,90	83,6	0,444	0,346
2	19,05	16,25	85,3	0,323	0,202
3	17,00	15,00	88,2	0,203	0,177

Из этих данных явствует, что с увеличением количества влаги в период роста свеклы увеличивается вес корня, уменьшается содержание сахара, повышается доброкачественность сока и уменьшается количество как общего, так и вредного азота.

Таким образом, уменьшение количества атмосферных осадков за вегетационный период свеклы против указанной нормы безусловно будет отрицательно влиять на урожай свеклы, как то и наблюдается в сухие годы. Напр., в Германии в 1911/12 г. количество выпавших дождей за 6 летних месяцев было всего около 100 милл., в результате чего урожай свеклы получился 1190 пуд. с десятины вместо обычного урожая ее там 2000 пуд. с десятины.

§ 14. На основании совокупности опытных данных о культуре свеклы возможно установить с некоторым вероятием такое влияние количества атмосферных осадков и температуры атмосферного воздуха на культуру свеклы: наличие достаточного количества влаги в месяцы июнь—июль, совпадающие с наиболее интенсивным ростом корня, способствует увеличению веса последнего, а вместе с этим обуславливает урожай свеклы с десятины. Наличие достаточного количе-

ства тепла в месяцы июль—август, совпадающие с наиболее интенсивным накоплением сахара в корне, влечет за собою повышение сахаристости последнего, а вместе с этим влияет на сбор сахара с десятины.

Теплое влажное лето при прочих благоприятных условиях культуры свеклы обуславливает наибольший урожай свеклы при пониженной сахаристости ее. Теплое сухое лето при прочих благоприятных условиях культуры свеклы обуславливает наименьший урожай свеклы при повышенной сахаристости ее. Таким образом, то или иное количество атмосферных осадков в период вегетации свеклы влияет, главным образом, на урожай свеклы, а та или иная температура в тот же период отражается преимущественно на сахаристости свеклы.

**§ 15.** Почва играет весьма существенную роль при культуре свеклы, а потому необходимо выяснить те взаимоотношения, которые существуют между почвой и свеклой в период ее роста. Еще не так давно особенно ревностные агрономы-химики, основываясь на поразительных результатах искусственных удобрений, полагали, что с помощью этих последних можно вырастить свеклу на любой почве. Это предположение не оправдывалось на опыте, а потому следует высказать, что для успешного произрастания свеклы не всякая почва пригодна.

Почва, служащая для культуры свеклы, должна выполнять следующие функции:

Во-первых, почва представляет из себя ту среду, в которой корень и корешки свеклы ищут свои точки опоры, т. е. роль почвы в данном случае будет механическая.

Во-вторых, почва являетсяместилищем для веществ, частью природных, частью искусственных, служащих для питания свеклы, т. е. роль почвы в данном случае будет химическая.

В-третьих, почва служит носителем воздуха, влаги, тепла, воздействие каковых на свеклу является жизненно необходимым, т. е. роль почвы в данном случае будет физическая.

В-четвертых, почва заключает в себе и питает бактериальную флору, необходимую для произрастания свеклы, т. е. роль почвы в данном случае будет биологическая.

**§ 16.** Почва хорошего здорового роста свеклы будет не безразлично механическое строение почвы. Для того, чтобы корешки свеклы могли найти надлежащую опору в почве, и проникнуть вглубь последней, почва должна быть достаточно рыхлой, т. к. корешки свеклы построены из нежной и мягкой ткани. Из различных родов почвы вышеназванным требованиям лучше всего удовлетворяет почва песчаная, а именно потому, что в ней всего меньше отлучивающихся составных частей, которые, в сущности говоря, препятствуют корешкам свеклы проникать вглубь почвы. Однако, механические свойства почвы, если и играют некоторую роль в культуре свеклы, то только в связи с физическими свойствами ее.

**§ 17.** Химическая роль почвы при культуре свеклы основана на том, что в ней должны содержаться в достаточном количестве химические соединения азота, фосфора, калия, являющиеся главными питательными веществами при росте свеклы, а также химические соединения кальция и кремния, имеющие косвенно значение в указанном отношении. Эти вещества находятся в почве, частью в растворенном виде, а частью в нерастворимом, причем в последнем случае в растворении их принимают участие кислый клеточный сок корешков,

а также и находящиеся в почве бактерии. Несомненно, чем больше отмучивающихся составных частей содержит почва, тем более благоприятные условия создаются к тому, чтобы кислый сок свекловичных корешков мог воздействовать на нерастворимые вещества в почве. Из различных родов почвы этим требованиям лучше всего удовлетворяет почва черноземная, потому что в ней больше всего отмучивающихся составных частей.

Наиболее важно то, что чернозем содержит значительные количества тех питательных веществ, без которых ни свекла, ни другие растения не могут произрастать, а именно: соединения калия, фосфора, азота. Как известно, свекла принадлежит к числу растений, потребляющих при своем росте значительные количества указанных веществ. По данным исследования Andrlik'a (15) в 60 тоннах сырой массы свеклы (30 тонн корней и 30 тонн листьев) содержится: азота 156,9 килогр., калия 145,7 килогр., фосфорной кисл. 71,4 килогр. Очевидно, такие же количества названных веществ почва должна ежегодно доставлять, чтобы обеспечить рост свеклы. Этому условию может удовлетворять только чернозем, когда на нем не возделывается свекла бессменно.

Для характеристики черноземной почвы, на которой были достигнуты благоприятные результаты культуры свеклы, приводим данные анализа ее (см. табл. XVII), полученные Филипповским (16):

Таблица XVII.

Химический анализ почвы

Азота . . . . .	0,31 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Влаги . . . . .	6,05 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Гумуса . . . . .	6,76 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Потеря при прокаливании . . . . .	69,84 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Хим. связ. воды . . . . .	3,59 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Нерастворимого в 10 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> . . . . .	69,84 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Фосфорной кислоты . . . . .	0,11 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Окисей железа и алюминия . . . . .	10,15 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Окиси кальция . . . . .	1,25 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Окиси магния . . . . .	0,93 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Окиси калия . . . . .	0,53 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Окиси натрия . . . . .	0,10 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

Механический анализ почвы

Частиц > 0,25 непрокаленных . . . . .	2,44 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Частиц от 0,25 до 0,05 . . . . .	5,29 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
” ” 0,05 ” 0,01 . . . . .	10,41 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
” ” 0,01 ” 0,005 . . . . .	37,52 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Пл (из разности) . . . . .	44,34 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

Если учесть, что 1 десятина почвы слоем толщиной в 8 вершков весит около 250,000 пуд., то нетрудно высчитать, руководствуясь вышеприведенными данными анализа почвы, те запасы минеральных веществ, которые находятся в почве и потребны для произрастания свеклы, но при этом приходится сделать предположение, что все

количества этих веществ доступны усвоению свеклы в период ее роста и чего, конечно, нет в действительности. Во всяком случае, истощение почвы при бессменной культуре свеклы наступает гораздо раньше, чем это должно быть, судя по запасам в ней питательных минеральных веществ. Несравненно худшие результаты культуры свеклы получаются на почве суглинистой, что зависит во многом от недостатка в ней минеральных веществ, потребных для роста свеклы, из которых, много вероятного, значительная часть находится в форме трудно усвояемой.

Для характеристики, насколько влияет род почвы на результаты культуры свеклы, возможно указать на опытные посевы свеклы, произведенные в двух больших хозяйствах, находящихся в пределах одной губернии и смежных уездах, но в одном из них почва была чернозем, а в другом суглинок (см. табл. XVIII):

Таблица XVIII.

Почва	Урожай свеклы в пуд. с дес.	Сахара в свекле %
Чернозем . . . . .	1759	19,6
Суглинок . . . . .	1297	18,3

Такого же рода результаты получились при опытном посеве свеклы в двух разных экономиях одного и того же имени, почвы которых имели, судя по данным химического и механического анализов, некоторое различие (см. табл. XIX):

Таблица XIX.

	Урожай свеклы в пуд. с десят.	Сахара в свекле %	Сахара с десят. пуд.
Экономия Н	2014	16,0	322
„ Р	1223	15,7	193

Почвы разных родов, благодаря наличию в них разных количеств усвояемых минеральных веществ, обуславливают не только разную урожайность, сахаристость свеклы, но и неодинаковую доброкачественность ее сока. Напр., Schnell, Bressel, Miret (17) высевали одни и те же свекловичные семена, обрабатывали посевы одинаково, но участки земли, хотя и были расположены близко один от другого, имели разный состав почвы, при этом были получены результаты (см. табл. XX):

Таблица XX.

Н о р м а л ь н ы й с о к.			
Брик.е.	Сахара %	Несахара %	Доброкач.
16,5	14,5	2,0	87,7
16,1	14,3	1,8	89,1
15,4	13,9	1,5	90,1

§ 18. Физические свойства почвы, обуславливаемые строением ее, имеют весьма важное значение для культуры свеклы, т. к. успешность роста свеклы зависит от содержания влаги в почве, воз-

возможности проникания в нее воздуха, а то и другое находится в тесной зависимости от рыхлости почвы. Кроме того, физические свойства почвы создают те или иные условия для обработки ее, с тем вызывают большие или меньшие на это затраты. Достаточно указать, что свойство почвы образовать сверху корку—ждается потерей верхним слоем ее большого количества влаги—устранения чего приходится прибегать к рыхлению почвы механическими и ручными способами. Стремление при обработке почвы с рыхлой имеет вышесказанное обоснование, и в этом отношении применение навоза, как удобрения, может оказать свое положительное влияние, чего нельзя сказать о минеральных удобрениях.

**§ 19.** Почва не представляет из себя мертвую бесжизненную массу, как это раньше обычно признавалось—она наполнена огромным количеством разнообразных живых существ, которые причисляются к бактериологической флоре. Эти бактерии, вероятно, играют немаловажную роль при развитии свеклы. Поэтому, находящиеся в почве, надо отнести к так. наз. симбиотам, потому что жизнедеятельность их возможна только в присутствии воздуха. Благоприятные результаты произрастания свеклы в почве можно объяснить тем, что в такой почве находится много аэробных бактерий. Все бактерии требуют для своего существования наличия в почве органических веществ, а потому органическое удобрение в этом отношении может служить питательным средством для них.

**§ 20.** Для произрастания растения, кроме углекислоты требуются питательные минеральные вещества, хранителем которых является почва; из нее растение извлекает необходимые для произрастания означенные вещества и тем истощает запас питательных. Одной из задач агрономии является не допускать обеднения почвы питательными минеральными веществами, а восполнять ей это богатство, забранное урожаем, применяя, так называемые удобрения.

Вопрос об удержании продуктивного равновесия обработки почвы с точки зрения государства и земледельца является первостепенного экономического значения, потому что для того и другого в этом заключается основа их благосостояния.

Итак, цель сельского хозяйства можно охарактеризовать стремление к производству возможно большего количества органических веществ при возможно меньшем расходовании минеральных веществ почвы.

**§ 21.** Свекла принадлежит к числу таких растений, для произрастания которой требуется весьма значительный расход питательных веществ; из них основными являются азот, калий, фосфор. На основании опытных исследований, Душечкин (17) приходит к тому, что на 2400 пуд. или 39,4 тонны сырой массы (50% листьев и корней) свеклы требуются питательных веществ:

азота . . . . .	8,48 пуд., или 138,9 килограмм
калия . . . . .	7,94 " " 130,2 "
фосфора (в виде кислоты) 2,24 " "	36,8 "

Следует оговориться, что указанные данные о необходимом количестве питательных веществ для роста свеклы подвержены колебаниям в зависимости от самых разнообразных условий: погоды, удобрений, семян и т. п.

§ 22. Из всех родов почвы чернозем обладает наибольшим содержанием минеральных питательных веществ, а потому является самым подходящим для культуры свеклы. Почва считается „свекольной“, если она содержит: калия—0,25%, азота—1,25% и фосфорной кислоты—0,25%, причем в ней имеется гумуса более 3%. Ранее существовало мнение, что черноземная полоса России (преимущественно Украина) является неисчерпаемым богатством и не требует никаких удобрений, и если все-таки наблюдалось непрерывное понижение урожаев свеклы, то это старались объяснить неблагоприятными климатическими условиями в этой полосе. Насколько бесценный посев свеклы истощает почву, это явствует из результатов опытных посевов свеклы, полученных на Сумской сел.-хоз. опытной станции (см. табл. XXI) и сообщенных Фомичевым (18):

Таблица XXI.

Г о д ы.	1913 г.	1914 г.	1915 г.	1916 г.
Урожай свеклы берк.	158	39	49	30

Что касается сахаристости свеклы, то и она понижается при бесценном посеве свеклы.

§ 23. Несомненно, что при культуре свеклы для пополнения запасов минеральных веществ в почве с целью сохранения ее плодородия, возможно воспользоваться удобрениями, применяя, так наз., комбинированный посев, т. е. внося удобрение одновременно с посевом семян при помощи рядовых сеялок. Такой способ применения удобрения имеет целью обеспечить свеклу в первой стадии развития ее легко доступными минеральными веществами. В таких условиях молодое растение сильно развивается, что в значительной мере способствует также сохранению его от вредителей.

По вопросу о том, под влиянием каких минеральных удобрений повышаются урожай и сахаристость свеклы, на основании данных опытных посевов, возможно ответить: на почвах черноземных, с содержанием гумуса более 4%, урожайность и сахаристость свеклы повышаются под влиянием фосфорной кислоты. На почвах черноземных с содержанием перегноя ниже 4% на ряду с действием фосфорной кислоты часто выступает действие азота, внесенного в почву вместе с нею. Азот, внесенный в почву отдельно, проявляет свое действие в исключительных случаях. Действие калия в отдельности на урожайность и сахаристость свеклы почти не проявляется. Чаще всего наблюдается действие калия при внесении его в комбинация с фосфорной кислотой.

На почвах суглинистых действие рядовых минеральных удобрений на свеклу, если и проявляется, то весьма незначительно, при том азотистые удобрения играют большую роль, чем фосфорнокислые.

§ 24. Для характеристики влияния различных удобрений на почвах разного рода на урожайность и сахаристость свеклы, приводим результаты опытных посевов на сети опытных полей Вестерпрусского общества сахарозаводчиков (см. табл. XXII), сообщенные Франкфуртом и Нестеровым (19):

Таблица XV

Удобрения.	Почва черноземная.			Почва переходная.			Почва сугл.		
	Урожай свеклы с десят. пуд.	Прирост урожаев в пудах.	Сахара в свекле %.	Урожай свеклы с десят. пудов.	Прирост урожаев в пудах.	Сахара в свекле %.	Урожай свеклы с десят. пуд.	Прирост урожаев	
Без удобрения . .	1297	—	18,3	1206	—	14,9	1563	—	
2 п. фосфорн. к. . .	1680	+ 383	19,1	1822	+ 616	15,8	1592	+	
3 п. калия . . . . .	1334	+ 37	18,5	1485	+ 279	15,3	1622	+	
8 п. селитры . . . .	1631	+ 32	18,6	1570	+ 364	14,9	1611	+	
2 п. фосфорн. к. + + 8 п. селитры . . .	1721	+ 424	19,0	2040	+ 834	15,3	1656	+	
2 п. фосфорн. к. + + 3 п. калия . . . .	1730	+ 434	19,0	2069	+ 803	15,8	1664	+	
8 п. селитры + 3 п. калия . . . . .	1289	— 8	18,4	1208	+ 2	14,6	1727	+ 1	

На основании этих данных приходим к выводу, что почво-черноземные реагируют преимущественно на фосфорнокислосое удобрение, иначе говоря, максимальное или близкое к максимальное повышение урожая получается при применении одного суперфосфата. Почвы суглинистые резко всего реагируют на азотистое удобрение, соответственно чему наибольшее повышение урожая достигается одной селитрой или комбинацией, в которую она входит. Почвы переходные, от чернозема к суглинку, отзываются на удобрения, в которое входит селитра и суперфосфат. Влияние отдельных удобрений, или их комбинаций, на сахаристость свеклы в общем параллельно с их влиянием на урожай.

Все опыты с удобрениями производились при условии внесения их при посеве, вместе с семенами, в рядки.

Результаты этих опытов также опровергают существовавшее ранее мнение, что повышение урожайности чернозема обусловлено азотистыми удобрениями. Много вероятного, при благоприятных условиях тепла и влажности, создающихся обычно к началу лета, азотификационный процесс в черноземе идет весьма энергично, при этом в почве образуется настолько значительное количество нитратов, бывает совершенно достаточно для покрытия потребности свеклы в азотистом питании.

§ 25. К числу удобрительных туков следует отнести так называемый навоз, который признается, как средство обогащения почвы заключающимися в нем органическими и минеральными веществами. Сообразно этому стремятся унаваживать по возможности большую поверхность пахотной земли навозом, применяя одновременно искусственные удобрительные туки. Применяя навоз, как удобрение, надо учитывать, что в нем минеральные вещества находятся в количествах, не согласованных строго с питательными запросами возделываемых растений, требования которых удовлетворяются в зависимости от минимума нужных им минеральных веществ, заключающихся в навозе. Другие минеральные составные части навоза или используются неправильно, или остаются в виде резерва в почве, и пропадают даром. Уместно заметить, что вместе с навозом в удлинненную почву вносятся флора полезных бактерий, вызывающих различные, иногда весьма сложные, биохимические процессы.

на навоз надо смотреть не только как на удобрение, заключающее органические и минеральные вещества, но и как на средство активизации урожайного слоя почвы при помощи бактерий.

Насколько отражается навозное удобрение на урожайности и сахаристости свеклы, это явствует из нижеследующих результатов опытных посевов свеклы на Сумской опытной сел.-хозяйств. станции (см. табл. XXIII, сообщенных Фомичевым (20):

Таблица XXIII.

	Урожай свеклы в берк. с десят.	Сахара в свекле % с.
Без удобрения . . . . .	97	16,9
1200 пуд. навоза . . . . .	130	18,1
2400 " " . . . . .	143	18,1
3600 " " . . . . .	152	17,9

Из этих данных явствует, что удобрение навозом обуславливает повышение урожайности и сахаристости свеклы, но не пропорционально количеству применяемого навоза. Обычно навоз применяется в комбинации с другими минеральными туками и вносится в почву при вспашке пара под озимь.

§ 26. К числу удобрительных туков следует отнести также известь; но последняя для произрастания растения имеет скорее косвенное, чем непосредственное значение. Это объясняется тем, что сравнительно небольшие количества извести, усвояемые растениями, уже имеются в большинстве культурных почв, но те же количества все-таки недостаточны, чтобы в должной степени играть роль регулятора в химических, физических и биологических процессах, могущих обусловить повышение урожайности запахиваемого слоя почвы. В химическом отношении известь способствует переходу трудно растворимых соединений в легко растворимые и доступные для усвоения растениями. Это относится в одинаковой мере к соединениям фосфора, азота и калия. Таким образом, при содействии извести возможно использование для питания растений таких составных частей почвы, которые раньше оказывались для этого совершенно бесполезными. Биологическое значение извести состоит в том, что она позволяет создать в почве такую среду, в которой могут возникать микроорганизмы, обуславливающие полезные биохимические процессы. Если к вышесказанному прибавить еще то, что известь способствует восстановлению правильной структуры в почве и доступу к ней воздуха и вместе с тем противодействует образованию корки, то в физическом отношении следует приписать извести большое значение, как мелниоративного средства.

В условиях сахарного производства, среди других отбросов, получается фильтрпрессная грязь, которая содержит в своем составе большое количество извести, а также фосфор, азот и калий, т. е. она должна быть отнесена к числу ценных известковых туков. Приблизительный состав фильтрпрессной грязи таков: воды 50%, органических веществ 25%, извести 30%, фосфора ( $P_2O_5$ ) 0,5%, калия ( $K_2O$ ) 0,25%, азота 0,5%.

При опытных посевах свеклы с применением, как удобрения, высушенной фильтрпрессной грязи, запахивая последнюю с осени, на

суглинке получились, по сообщению Франкфурга и Нестеров также результаты (см. табл. XXIV):

Таблица XXIV.

	Урожай свеклы в пуд. с десят.	Сахара в свекле %.
Без удобрения . . . . .	1473	19,6
600 пуд. фильтрпрессной грязи .	1570	19,4
1200 " " "	1576	19,2

Таким образом, в данном случае фильтрпрессная грязь, е повысила урожай свеклы, то не весьма много, оказав отрицате влияние на сахаристость свеклы. Обычно фильтрпрессная грязь меняется для удобрения болотистой почвы с большим содерж перегноя, где она играет роль реактива, служащего для нейт зации кислотности такой почвы. Вообще, применение фильтрпре грязи, как удобрения, требует большой осмотрительности.

§ 27. Установив, что наибольшее влияние на урожайность харистость свеклы оказывает фосфорнокислосе удобрение, необх выяснить, в какой форме это удобрение следует применять, чтоб лучить наибольший эффект. Как известно, фосфорная кислота в в состав фосфорита, суперфосфата, томасшлака и костяной Путем опытных посевов свеклы установлено, что все перечисл фосфорнокислые удобрения повышают в той или иной мере ур ность и сахаристость свеклы, как то подтверждается данными табл. XXV), сообщенными Фомичевым (22):

Таблица XXV.

	Урожай свеклы в берк. с дес.	Сахара в свекле %
Без удобрения . . . . .	75	13,2
4 пуда фосфорной к. ( $P_2O_5$ ) в виде суперфосфата . . . . .	109	18,5
4 пуда фосфорной к. ( $P_2O_5$ ) в виде томасшлака . . . . .	106	18,6
4 пуда фосфорной к. ( $P_2O_5$ ) в виде костяной муки . . . . .	101	18,5
4 пуда фосфорной к. ( $P_2O_5$ ) в виде фосфорита . . . . .	101	18,6

Все вышеозначенные удобрительные фосфорнокислые туки сились в почву при осенней пахоте ее под свеклу, т. е. под При таком способе применения фосфорнокислых удобрений лучается почти одинаковый эффект, независимо от того, нахо ли в том или другом из них фосфорная кислота в растворимом напр., в суперфосфате, или в нерастворимом виде, напр., в т шлаке. Объясняется это тем, что при столь продолжительном на дении в почве нерастворимого фосфорнокислого удобрительного он подвергается воздействию воздуха, влаги и составных частей вы, в результате чего переходит в растворимое состояние, т. е. новится доступным усвоению растениями. При указанном сп применения фосфорнокислых туков суперфосфат и томасшлак о вают почти одинаковое воздействие на культуру свеклы, а по предпочтение следует отдать второму перед первым, так как фо ная кислота в нем обходится дешевле.

Несколько иные результаты получаются при применении различных фосфорнокислых туков при рядовом удобрении, т. е. при внесении в почву одновременно с семенами при посредстве рядовых сеялок. В этом случае воздействие на культуру свеклы суперфосфата, как содержащего фосфорную кислоту в растворимом виде, будет гораздо большее, чем томасшлака, как содержащего фосфорную кислоту в нерастворимом виде. Правильность вышесказанного предположения подтверждается данными (см. табл. XXVI), сообщенными Франкфуртом (23):

Таблица XXVI.

Урожай свеклы в пуд. с десятины

Без удобрения . . . . .	1371
2 пуд. $P_2O_5$ в виде суперфосфата	1572
2 пуд. $P_2O_5$ в виде томасшлака .	1476

§ 28. Как известно, удобрительные туки могут вноситься в почву двойным способом: в разброс, т. е. перед посевом весной с заделкой культиваторами или боронами, и в рядки, т. е. при одновременном посеве свекловичных семян посредством комбинированных сеялок.

Если сравнить эффект, даваемый одним и тем же удобрительным туком при культуре свеклы в случае того и другого способа применения этого тука, то в частном случае, для суперфосфата были получены при опытных посевах свеклы нижеуказанные данные (см. табл. XXVII), сообщенные Фомичевым (24):

Таблица XXVII.

	Урожай свеклы в берк. с дес.	Сахара в свекле %
Без удобрения . . . . .	75	18,2
2 пуд. $P_2O_5$ суперфосфата в разброс . . . . .	101	18,7
2 пуд. $P_2O_5$ суперфосфата в рядки . . . . .	114	18,7

Отсюда видно, что рядовое внесение тука в почву дает лучшие результаты при культуре свеклы, чем внесение его в почву в разброс. Причину большего эффекта, в случае рядового удобрения, надо искать в том, что этот способ дает возможность создать в сфере развития молодых корней свеклы относительно малым количеством удобрения значительную концентрацию питательных веществ, облегчающих растению использование этих веществ. Причину меньшего эффекта, в случае разбросанного удобрения надо искать в том, что при этом способе питательные вещества распределяются в значительно больших массах почвы, менее доступных молодым корням свеклы, чем при рядовом удобрении; кроме того, при перемешивании разбросанного удобрения орудиями поверхностной обработки, значительная часть его остается совершенно неиспользованной в самом верхнем, легко пересыхающем, слое почвы.

§ 29. Существует мнение, согласно которому рядовой способ удобрения при культуре свеклы дает возможность не только повысить урожай свеклы на данной почве в данном году, но и как радикальное средство борьбы с низкой урожайностью свеклы повсеместно и на целый ряд лет. Как известно, прогрессивное повышение уро-

жайности почвы возможно только при прогрессивном же накоплении в почве тех питательных веществ, от которых в первую очередь зависит эта урожайность. Для черноземной почвы доказано, что таким веществом является преимущественно фосфорная кислота. Максимальная продуктивность почвы в черноземной полосе (на Украине), следовательно, может получаться только в том случае, если при помощи удобрения почва эта будет доведена до такого насыщения фосфорной кислотой, при котором дальнейшим внесением в почву этого питательного вещества не будет достигаться повышение урожая. Этому условию способ рядового удобрения не может удовлетворить. На основании результатов опытных посевов свеклы выяснилось, что при рядовом удобрении свеклой могут быть использованы количества фосфорной кислоты, близкие к 2-м пудам ес по десятину. Это количество фосфорной кислоты отвечает приблизительно тому количеству ее, какое уносится из почвы урожаем в 1200 пуд. (100 берк.) свеклы в корнях и листьях. Таким образом, в случае применения рядового удобрения суперфосфатом урожайность свеклы должна оставаться на одном и том же уровне, как то и подтверждается практикой. До известного времени рядовое удобрение все же будет играть весьма важную роль в культуре свеклы и эта роль заключается в энергичном усилении роста свеклы в первоначальный, самый критический, период ее жизни. Однако, возможно, что при рядовом удобрении пахотный слой почвы, в конце концов, может быть доведен до такой степени обогащения питательными веществами, что концентрация этих веществ во всем верхнем слое достигнет того предела, до которого она доводится в настоящее время при помощи рядового внесения удобрения. Когда этот предел будет достигнут, тогда и рядовое удобрение окажется излишним.

§ 30. Одним из самых существенных вопросов, возникающих при применении удобрений при культуре свеклы, является вопрос о количестве такихых, потребных для достижения наибольшего эффекта как в отношении урожайности, так и сахаристости свеклы, потому что с этим связано разрешение вопроса о выгодности применения того или иного удобрения.

Принимая во внимание, что в русских свекловичных районах на черноземной почве наибольший эффект, как удобрение, дает суперфосфат, а потому опытные посевы свеклы производились с разными количествами этого тука, причем, по сообщению Фомичева (25), получились такие результаты (см. табл. XXVIII):

Таблица XXVIII.

	Урожайность свеклы в пуд. с десятины	Сахара в свекле %
Без удобрения . . . . .	75	18,2
2 п. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> весной в рядки	114	18,7
4 п. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> весной в рядки	114	18,8
2 п. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> осенью под плуг	109	18,6
4 п. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> осенью под плуг	114	18,5

Как видно, наибольший эффект в отношении урожайности и сахаристости свеклы получается при применении 2 пуд. фосфорн. кислоты на десятину в виде суперфосфата. Применение удвоенного количества суперфосфата не вызывает ни увеличения урожайности свеклы, ни повышения сахаристости ее.

§ 31. Подводя итог всему вышеприведенному о применении минеральных удобрений при культуре свеклы, возможно высказать, что таковые влияют на увеличение урожая свеклы в гораздо большей мере, чем на повышение сахаристости ее.

Отсюда явствует вся важность применения минеральных удобрений в земледелии вообще и при культуре свеклы особенно, а потому местное и дешевое производство их должно способствовать в значительной мере восстановлению сельского хозяйства в России в целом и свекловодства, в частности.

§ 32. Культура свеклы за последние 30 лет до войны была направлена, как в сторону увеличения урожайности свеклы, так и в сторону повышения сахаристости свеклы и возрастания доброкачественности сока ее. Результаты, достигнутые в указанных направлениях, оказались двойкого характера: урожай свеклы с десятины за этот период, если и повысился, то весьма незначительно, между тем, как сахаристость свеклы, а также доброкачественность сока ее за тот же период очень сильно возросли. Правильность означенного вывода подтверждается вышеприведенными статистическими данными о культуре свеклы.

Итак, увеличение сбора сахара с десятины надо отнести, главным образом, за счет улучшения качества свеклы, выразившегося в повышении ее сахаристости, на которое повлияли два фактора: первый из них, сыгравший главную роль—улучшение качества свекловичных семян, иначе говоря, улучшение породы свеклы, и второй из них, сыгравший меньшую роль, но, несомненно, имевший место—повышение культурности почвы путем рациональной обработки и целесообразным применением удобрения.

Если сопоставить статистические данные, относящиеся к культуре свеклы, с положением свекловичного семеноводства в России, согласно указаниям Заленского (26), то возможно установить нижеследующее (см. табл. XXIX):

Таблица XXIX.

Годы	Нормальн. сок		Сахара с 1 десят. пуд.	Положение свекловичного семеноводства
	Сах. %	Доброк.		
С 1881 г. по 1885 г.	12,27	79,47	77,0	Применение семян исключительно домашнего производства
„ 1886 „ 1890 „	13,23	80,74	103,5	Начало применения семян известных заграничных и отчасти русских фирм.
„ 1891 „ 1895 „	14,94	82,94	109,8	Широкое применение семян лучших заграничных и русских фирм.
„ 1896 „ 1900 „	15,33	83,25	109,0	Сокращение применения вышеозначенных семян и применение семян собств. зав. селекций.
„ 1901 „ 1905 „	16,45	84,28	119,1	Начало сокращения применения семян заводских селекций и появление снова спроса на заграничные семена лучших фирм.
„ 1906 „ 1910 „	18,39	86,00	148,7	Сильное сокращение применения семян завод. селекц. и сильное возрастание спроса на семена лучших заграничных и русских фирм.

Из этих данных явствует, что качество свеклы, а вместе с этим сбор сахара с десятины, возрастали тогда, когда применялись семена лучших зарубежных и русских селекционных фирм, и как только начинали применяться семена сомнительного качества— „домашнего производства“ или „заводских селекционных станций“, качество свеклы понижалось, а вместе с этим уменьшался сбор сахара с десятины.

Отсюда вытекает, как следствие, что для получения свеклы высокого качества в отношении содержания в ней сахара и величины доброкачественности ее сока, надо производить посев особо отборными семенами.

§ 33. Получение такого рода отборных свекловичных семян достигается путем, так наз., *селекции* свеклы, которая, как и у всех растений, состоит в отборе лучших особей, способных передавать данное свойство выводимому из них потомству. Каждая группа растений, называемая видами, напр. *Beta vulgaris* (сахарная свекла), *Fritschum* (шеница) и т. п., состоит из множества форм, передаваемых наследственно предками потомству. Эти формы могут различаться между собою очень многими или очень немногими свойствами, иногда даже одним едва заметным свойством. Свойства, которыми отличаются разные формы одного и того же вида, могут касаться цвета, величины и взаимного расположения отдельных органов, анатомического строения, химического состава, продолжительности вегетационного периода, сопротивляемости против засухи, чрезмерной влаги или холода, сопротивляемости против болезней. В самом начале своем селекция имеет дело с дикою или полудикою „популяцией“ данного растения, состоящей из биологической смеси многочисленных „линий“ или „рас“, часто весьма значительно отличающихся друг от друга степенью выраженности признаков, усовершенствование которых составляет главную цель селекции. Так, например, „популяции“ свеклы, бывшие исходным объектом ее селекции, состояли из биологической смеси „линий“ или „рас“, крайние представители которых различались между собою, не говоря уже о других признаках, наследственным содержанием сахара. Отобрав из такой „популяции“ „элиту“, которой средняя наследственная сахаристость немного выше материнской „популяции“, легко, что достижимо самыми примитивными приемами, как, напр., селекциею по удельному весу посредством погружения корня в соляной раствор. Такой грубый отбор, применявшийся в продолжении целых десятилетий, уменьшил немного амплитуду колебаний наследственной сахаристости отдельных „линий“. Тогда надо было применить более тонченные приемы подбора: сначала определение сахара по весу сока, потом определение сахара по весу свеклы. Наконец, улучшение „популяций“, стеснение границ крайних сахаристостей дошло до того, что массовый подбор перестал давать ощутительные результаты. Тогда некоторые фирмы, занимающиеся селекцией свеклы, как у нас, так и за границей, ввели у себя отбор отдельных особей и разбивку „популяции“ на семьи. С течением времени и этот способ селекции пришлось уточнить: были применены еще более точные приемы для отбора главарей новых семей посредством улучшения химических методов, применения селекционных диаграмм, микроскопического исследования и т. п.; при сравнительном испытании потомства таких главарей применялись все более и более тонченные приемы методики полевых опытов; количество новых семей все увеличивалось, так что в настоящее время первоклассные семенные хозяйства выделяют ежегодно по несколько сотен новых семей; потомство этих гла-

варей испытывается в продолжении все более и более длительного ряда лет и поколений и в разнообразных климатических и почвенных условиях; полученные и отлично изученные семьи, обладающие дополняющимися взаимно свойствами, скрещиваются друг с другом, при чем дело осложняется тем обстоятельством, что наследственность признаков сахарной свеклы доселе теоретически очень мало изучена, так что селекционер принужден основываться на аналогии с другими, уже изученными растениями и руководствоваться собственным, приобретенным многолетней практикой, опытом.

Все это делает современную селекцию сахарной свеклы чрезвычайно сложной, требующей многочисленного теоретически и практически сведущего персонала и долголетнего систематического труда.

Достаточно сказать, что вновь выделенная „линия“ может дать кое-как изученные посевные семена только через 8 лет. Это теоретически кратчайший срок, в которой вновь основанная селекционная станция может дать положительный результат. Разумеется, если она будет исходить в своей селекционной работе из очень высококачественных, хорошо изученных „проматочных“ семян первоклассной фирмы, то она может сократить этот срок до 3-х лет; но понятно, что таких „проматочных“ семян не имеется в торговле, а потому, если бы кто-либо и согласился продать их, то слишком за большую сумму, т. к. они представляют собою квинтэссенцию труда жизни выведшего их селекционера и потребовали затраты громадных сумм.

Но вышеописанным способом ведут селекцию только немногочисленные семенные хозяйства во всей Европе, которые и заслуживают наименования первоклассных, т. е. таких, которые самостоятельно улучшают качество свекловичицы. За ними идут десятка два солидных второклассных фирм, из числа которых от времени до времени та или другая догоняет первоклассные. Волед за второклассными фирмами идут сотни продуцентов свекловичных семян, которые ведут селекцию с расчетом вводить в заблуждение покупателей „псевдоселекционных“ семян, или, наконец, ведут свое дело добросовестно, но без малейшей теоретической и практической подготовки, не имея часто даже представления о том, в чем собственно состоит селекция.

**§ 31.** Суть селекции состоит в том, что сначала отбирается как можно больше одиночных растений и испытывается их потомство с надеждою найти между ними растения с наилучшим по отношению к сахаристости и урожайности генетическим составом, чем средний состав предыдущего поколения. Чтобы дать себе отчет в высококачественности новой семьи, надо ее испытать, по крайней мере, в двух поколениях, а именно ее селекционное потомство (элиту) и неселекционное (репродукцию) при разнообразных вегетационных условиях. Новые линии, которые оказались настолько высокими и устойчивыми, чтобы после двух размножений, одного селекционного и одного неселекционного, дать потомство не ниже по своим свойствам, чем лучшие рыночные семена, которые предположительно могут быть за 4 года вперед, считаются „проматочными“, а из них помощью более или менее строгой селекции получают „маточные“, непосредственное потомство которых пускается на рынок. Семена, которые по своим свойствам после двукратного неселекционного размножения, обнаруживают полную устойчивость, напр., сахаристость не понижается, являются самыми высокоценными „проматочными“ семенами. Обычно из 1000 отбираемых ежегодно растений не более 50 оказываются в своем потомстве настолько высококачественными, что их можно

признать „промоточными“, т. е. главарями новых улучшенных линий; что касается остающихся растений, то из них меньшая часть бракуется, а большая считается, как „маточные“.

§ 35. Результаты селекции считаются хорошими, если повышенная сахаристость будет против родительского поколения на 1%, а т. к. большинство селекционного материала имеет сахаристость на 1% выше, чем уровень сахаристости рыночных семян, то получаемые ежегодно „промоточные“ семена будут выше рыночных по сахаристости на 1,5%. При двукратном размножении (из которых одно селекционное) для получения посевных семян получается регрессия до 0,5%; следовательно, через 4 года сахаристость посевных семян повышится на 1%. Разумеется, это не общее правило. Бывает неблагоприятное для селекции стечение обстоятельств, когда повышение сахаристости бывает меньшее.

Нередко возникает вопрос, до какого предела может быть повышена сахаристость свеклы путем селекции. Briem (27) указывает, что ему приходилось анализировать свеклу, содержащую в свежем виде 26%—28% сахара. Этот факт опровергает существовавшее мнение, что при таком содержании сахара в соке осмотическое давление внутри свекловичных клеток будет превышать давление до 20 атмосфер, т. е. будет столь большое, при котором стенки этих клеток должны лопнуть, а вместе с этим прекратится жизнь растения. Уместно заметить, что свекла, содержащая около 30% сахара, оказалась непригодной для высадок, т. к. получающиеся из нее семена давали при посеве свеклу с весьма пониженной сахаристостью.

§ 36. Чтобы иметь возможность судить о качестве свекловичных семян различных фирм, ниже помещаются результаты, полученные при опытных посевах свекловичных семян. Эти опыты были впервые организованы и произведены в 1892 г. „Секцией сахарн. промышленности Варшавского отдела Общества поощрения русской промышленности и торговли“. и они повторялись ежегодно до 1914 г. В виду чрезвычайной тщательности выполнения этих опытных посевов свекловичных семян, результаты их пользовались всеобщим доверием и, как таковые, они влияли на семенной рынок в России. Заленский (28) сгруппировал вышеозначенные результаты, причем получились такие данные (см. табл. XXX и XXXI):

Таблица XXX.

Процентное содержание сахара в свекле.

Семенная фирма	1907 г.	1908 г.	1909 г.	1910 г.	1911 г.	1912 г.	1913 г.
Рабетге и Гизеке . .	17,67	16,77	15,93	17,12	17,79	18,09	16,82
Бр. Динше . . . . .	17,63	17,78	16,16	17,15	18,12	18,03	16,76
Вуцинек и Донжинек.	17,40	16,22	15,97	17,03	17,90	18,90	16,74
Александр Янаш . . .	17,25	16,52	15,85	17,21	17,93	17,86	16,70
Владислав Майзель . .	17,68	16,47	15,76	16,94	17,67	17,71	16,41

Таблица XXXI.

Урожай сахара с гектара в метр. центнер.

Семенная фирма	1907 г.	1908 г.	1909 г.	1910 г.	1911 г.	1912 г.	1913 г.
Рабетге и Гизеке . .	47,05	48,52	41,82	60,60	55,35	61,37	54,48
Бр. Динше . . . . .	46,87	50,93	40,41	59,89	54,19	61,83	55,63
Вуцинек и Донжинек.	47,40	43,80	43,39	54,10	53,59	61,65	52,66
Александр Янаш . . .	45,30	49,51	39,75	56,59	54,53	58,57	54,48
Владислав Майзель . .	46,40	51,04	41,47	59,50	56,03	66,95	51,74

Кроме вышеуказанных семенных фирм, имелся целый ряд хорошо поставленных селекционных станций у наиболее крупных сахаропромышленных фирм, продукция которых большею частью использовалась для свеклосеяния своих сахарных заводов; напр., Улычская Верхнячского Т-ва, Ивановская Харитоненко, Гутянская Кенига и др.

Из вышеприведенных результатов опытных посевов свекловичных семян разных фирм явствует, что качество семян как русских, так и иностранных фирм не различается ни по сахаристости, ни по урожайности. Благодаря успехам, достигнутым русскими селекционными станциями, продукция их могла конкурировать на рынке с таковою иностранных селекционных станций. Напр., в 1914 г. было произведено в России свекловичных семян: русскими фирмами около 500.000 пуд., иностранными около 700.000 пуд., заводскими хозяйствами около 500.000 пуд. Что касается ввоза свекловичных семян из-за границы, то в том же году их было ввезено всего 100.000 пуд. Таким образом, общее количество свекловичных семян в 1914 г. в России было произведено и ввезено около 1.800.000 пуд., что обеспечивало посев в 700.000 десятины свеклы, считая в среднем расход свекловичных семян по 2,5 пуд. на 1 десятину с возможными пересевами.

Относительно урожая свекловичных семян из высадок свеклы возможно сказать, что в заводских хозяйствах он был около 100 пуд. с десятины, причем пуд семян себе стоил около 3 р. 50 к., из которых около 1 р. 50 к. на 1 пуд. семян приходилось выплачивать премии семенной фирме, поставлявшей маточные семена.

§ 37. Свекловичные семена хорошего качества должны удовлетворять следующим основным требованиям. Во-первых, семена должны представлять собою продукцию известных семенных фирм, гарантирующих происхождение их от определенной высококачественной расы. Во-вторых, семена должны быть сбора не далее прошлого года, т. е. более старые семена могут иметь весьма малую всхожесть. В третьих, семена должны быть свежими и, как таковые, не должны быть затхлыми, плесневелыми.

При покупке больших партий свекловичных семян проба их должна подвергаться особому испытанию и выдерживать определенную норму. При испытании семян определяют: засоренность, влажность, всхожесть. Самое большое значение при оценке семян имеет обнаруживаемая ими энергия прорастания, или всхожесть. Всхожесть семян определяют путем проращивания определенного числа семенных клубков и перечисления, сколько из них дало ростки и сколько последних получилось. Результат такого исследования зависит от многих условий: от состава и смачивания субстрата, в котором происходит проращивание, от глубины заделки семян в субстрат, от температуры, при которой производится выращивание, от того, смачивались или нет семена при посадке и проч. Все вышеуказанные условия оказывают большое влияние на результат исследования семян, а потому надлежит строго придерживаться надлежащих по этому указаний.

В настоящее время для оценки достоинств свекловичных семян общеприняты, так наз., измененные магдебургские нормы, которые таковы:

1) 1 килограмм семян должен по истечении 14 суток давать, по крайней мере, 70.000 ростков, или 1 гр.—70 ростков.

2) 1 килограмм семян должен по истечении уже 6 суток давать не меньше 46.000 ростков, или 1 гр.—46 ростков.

3) Из 100 штук клубков должно прорасти, по меньшей мере, 75 штук.

4) Содержание влаги в семенах считается 15% нормальным; при содержании влаги в семенах до 17% они допускаются к приемке, но по пониженной расценке.

5) Содержание посторонних примесей (листьев, земли и пр.) в семенах, т. е. засоренность их, 3% считается нормальным; при засорении семян до 5% они допускаются к приемке, но по пониженной расценке.

6) Неудовлетворение семян одному из пяти вышеприведенных требований дает право покупателю отказаться от приемки семян.

Для характеристики качеств свекловичных семян уместно привести результаты исследований 4-х сортов семян в лаборатории Всероссийского общества сахарозаводчиков (см. табл. XXXII), сообщенные Классом (29):

Таблица XXXII.

Фирма семян.	Степень засоренности в %	Число ростков на 100 клуб. после 6 суток.	Число ростков на 100 клуб. после 14 суток.	Число ростков из 1 гр. сем. после 6 сут.	Число ростков из 1 гр. сем. после 14 суток.	Проросших клубков %	Число клубков в 1 гр. семян.
Рабетте и Гизеке . . .	0,90	117	125	73	77	26	62
Диппе заграничн. . . .	4,40	105	108	86	89	33	82
Диппе русские . . . . .	1,00	173	178	87	89	9	50
Буцинский и Лонжинский . . . . .	1,00	112	120	76	82	28	68

Сопоставляя приведенные результаты, можно прийти к выводу, что лучшими по качеству надо признать семена фирмы Диппе русского происхождения (Узинской селекционной станции).

Вышеизложенное уместно дополнить тем, что при оценке качеств свекловичных семян определяют иногда число клубков в 1 грамме, т. к. нередко замечалось, что между величиной клубков и всхожестью семян существует некоторая зависимость, а именно: большие клубки обладают большей всхожестью семян, и наоборот. Напр., при опытном исследовании Задлера (30) оказалось: клубки, 100 штук которых весили 3 гр., дали 91% проросших, а клубки, 100 штук которых весили 1,5 гр., дали 68% проросших.

Как известно, в 1 килограмме клубков содержится в среднем 70.000 штук семян, что также иногда учитывается при оценке качеств свекловичных семян.

§ 38. Свекловичные семена, будучи набиты в мешки, должны содержаться в сухом месте, т. к. в противном случае они покрываются плесенью и делаются затхлыми, утрачивая свою энергию прорастания. Существует мнение, что семена, пролежавшие более 3-х лет, теряют свою силу всхожести настолько, что не могут быть высеваемы; но вероятие этого мнения во многом зависит от условий, при которых сохранялись семена.

Действительно, Минц (31) исследовал в 1921 г. образцы свекловичных семян, сохранявшихся в течение нескольких лет при самых

разнообразных условиях. причем получились такие результаты (см. табл. XXXIII):

Таблица XXXIII.

Год урожая	Ф и р м а .	100 клубков дают рост- ков после 7-ми дней.	1 гр. клуб- ков дает ростков после 7-ми дней.	Всхожесть семян в %.
1912 г.	Вильморен . . . . .	20	11	13,0
1912 г.	Вильморен . . . . .	146	67	72,3
1911 г.	Смесь . . . . .	64	33	32,0
1914 г.	Корюк сах. зав. . . . .	107	60	54,3
1915 г.	Браицкая . . . . .	2	1	0,7
1915 г.	Смесь . . . . .	74	46	44,7
1917 г.	Корюк сах. зав. . . . .	127	52	66,9
1918 г.	Клейванцлебен . . . . .	19	12	12,7
1918 г.	Верхняцк. сем. ст. . . . .	152	71	77,0
1919 г.	Хорошанск. сем. ст. . . . .	13	7	8,0
1919 г.	Удычская сем. ст. . . . .	174	71	53,0

Из этих данных видно, что свекловичные семена, пролежавшие при благоприятных условиях даже 10 лет, имеют еще сравнительно большую всхожесть, и, наоборот, семена, пролежавшие при неблагоприятных условиях всего 2 года, теряют почти сполна свою всхожесть.

§ 39. Для получения благоприятных результатов посева свеклы требуется надлежащая тщательная подготовка почвы, путем глубокой вспашки ее осенью.

Вопрос о том, на какую глубину надо вспахивать осенью почву под посев свеклы, имеет весьма важное практическое значение как в отношении урожайности и сахаристости свеклы, так и для учета затрат по культуре свеклы. До сих пор было общее мнение среди сельских хозяев, что чем глубже будет произведена осенняя вспашка почвы, тем лучший получится урожай свеклы.

Для правильного решения этого вопроса надо учесть, что главный корень у свеклы играет роль резервуара для отложения питательных веществ, предназначенных для жизни растения во второй вегетационный период его, и он принимает сравнительно небольшое участие в снабжении растения влагой и минеральными веществами. Эта задача приходится на долю второстепенных боковых корней и их системы боковых разветвлений. Можно различать три яруса таких корней. Верхний ярус состоит из тонких корешков и волосков, расположенных у верхушки корня. Те и другие играют большую роль в первый период развития растения, снабжая его влагой и минеральными веществами. В дальнейшем они уступают свою роль среднему ярусу корней, оставаясь сами мало развитыми. Средний ярус состоит также из тонких корней и волосков, расположенных в корневых бороздах и распространяющихся в пахотном слое почвы. Из одного этого уже видно, что средний ярус корней играет главную роль в снабжении растения питательными минеральными веществами, и развитие корней этого яруса имеет первостепенное значение и зависит от характера пахотного слоя. Нижний ярус состоит из меньшего числа тонких корней и менее обильного количества волосков, чем средний ярус. Нижний ярус корней развивается в под-

очвенном слое, достигая иногда значительной глубины; их роль состоит в снабжении растения влагой тогда, когда ее недостает в сфере среднего яруса корней, т.-е. в пахотном слое.

§ 40. Из этого обзора наружного строения корня свеклы ясно, что глубину вспашки почвы надо соразмерить с размером корня свеклы, а также со степенью культурности почвы. Если принять во внимание, что в большинстве случаев длина свекловичного корня превышает 30 сант. (около 7 вершк.) и, если допустить, что главный ярус корней расположен на высоте 15—20 сант. (около 4-х вершков), казалось бы, целесообразно было пахать почву под свеклу на такую же глубину, т.-е. на 4 вершк. Если учесть, что в свекловичных районах Украины и Великороссии чернозем на глубине 6 вершков приобретает уже переходный характер, а потому едва ли целесообразно производить вспашку почвы под свеклу глубже, чем на 6 вершков.

Для выяснения влияния глубины осенней пахоты на урожай свеклы, были произведены соответствующие опытные посевы свеклы, причем, по сообщению Фомичева (32), получились такие результаты (см. табл. XXXIV):

Таблица XXXIV.

Глубина вспашки в вершках.	Урожай свеклы в берковц. с десятины.
4	160
6	163
8	165

Подобные же опытные посевы, по сообщению Франкфуртского (33), дали такие результаты (см. табл. XXXV):

Таблица XXXV.

Глубина вспашки в вершках.	Сахара в свекле %.
4,5	19,7
6	19,7
7,5	19,9

На основании приведенных опытных данных возможно прийти к выводу, что углубление пахотного слоя не только до 6 вершков, но даже до 8 вершков, не дает положительного эффекта в отношении как урожая, так и сахаристости свеклы, а потому вполне можно пахать почву под свеклу всего только на глубину 4 вершков. Для объяснения вышеуказанного явления предполагают, что при глубокой вспашке верхний слой почвы, сравнительно богатый питательными веществами, смешивается с нижшим слоем почвы, бедным питательными веществами, чем, разумеется, понижается плодородие почвы во всех случаях (апр., Франкфурт и Нестеров (34) сообщают такие результаты своих посевов свеклы (см. табл. XXXVI):

Таблица XXXVI.

Глубина вспашки в вершках.	Урожай свеклы в пуд. с десят.	Сахара в свекле %.	
Без удобрения {	6	1433	17,0
	8	1160	16,5
С удобрением {	6	2106	17,4
	8	2050	17,3

Из этих опытных данных видно, что отрицательное влияние более глубокой вспашки парализуется внесением в почву удобрений.

§ 41. Однако, не следует отрицательно относиться к глубокой осенней пахоте под свеклу и особенно в случае внесения удобрения под плуг, так как глубоко паханный и соответственно удобренный в более продолжительный период времени слой земли обладает лучшими физическими свойствами, лучше задерживает и сохраняет зимнюю влагу, а тем самым позволяет растущим на нем растениям лучше противостоять засухе и, в конце концов, обладает более сильной питательной способностью, не говоря уже о том, что при глубокой пахоте больше вероятна уничтожить личинки разных вредителей свеклы. Подтверждением правильности изложенных выше соображений могут служить положительные результаты, полученные в крупных интенсивных сельских хозяйствах.

§ 42. Выше неоднократно отмечалось, что урожай и сахаристость свеклы зависят, в значительной мере, от продолжительности вегетационного периода, каковой при климатических условиях южно-русского свекловичного района сравнительно короток, а потому надо всемерно его использовать при культуре свеклы. Таким образом, возникает вопрос о необходимости раннего посева свеклы.

Перед посевом почва должна быть надлежащим образом подготовлена весной, причем имеют в виду образовавшиеся за зиму капилляры в верхнем слое почвы уничтожить и тем предотвратить интенсивное испарение весенней влаги, с каковою целью почву обрабатывают последовательно шлейфером, культиватором и катком.

Понятно, никаким календарным временем посева определить нельзя: лишь только земля в достаточной мере согрелась, напр., имеет температуру выше  $5^{\circ}$  R, следует приступить к посеву. Слишком раннего посева свеклы, при наличии должной температуры почвы, опасаться нельзя, т. к. ростки свеклы сравнительно хорошо переносят заморозки, между тем как, опаздывая с посевом, рискуем дать почве чрезмерно высохнуть.

С целью выяснения влияния раннего и позднего посева на урожайность и сахаристость свеклы, были произведены опытные посевы ее в два срока с двухнедельными промежутками, причем получились, по сообщению Франкфурта и Шестерова (35), такие результаты (см. табл. XXXVII):

Таблица XXXVII.

Посев ранний		Посев поздний	
Урожай свеклы в пуд. с десят.	Сахара в свекле %	Урожай свеклы в пуд. с десят.	Сахара в свекле %
1840	18,5	1767	18,9
1822	18,3	1448	17,9
1486	19,6	1299	19,3
1223	17,9	874	17,4

Из этих данных очевидно, что ранний посев, по сравнению с поздним, обуславливает больший урожай свеклы и отражается благоприятно на сахаристости ее.

§ 43. Вопрос о том, как отражается густота посева на результатах культуры свеклы, имеет немаловажное значение. Весьма распространено мнение, что для обеспечения свекловичной площади от риска пересева,

вследствие могущих быть поврежденных от того или иного вредителя, надлежит сгущать посев, высевая большее количество семян. Менее вероятного, известная густота посева является для свеклы в первый период ее роста условием благоприятным, что находится в связи с той взаимной защитой, которая создается при тесном стоянии растений—от ветра, холода. Но густой посев свеклы может вызвать запоздание с прорывкой, что, безусловно, вредно отражается на результатах культуры свеклы.

Для суждения о влиянии на урожайность и сахаристость свеклы густоты посева, ниже приведены результаты (см. табл. XXXVIII) опытных посевов свеклы, сообщенные Франкфуртом и Нестеровым (36)

Таблица XXXVIII.

Редкий пос. (1,5 пуд. семян)		Густой пос. (2,5 пуд. семян)	
Урожай свеклы в пуд. с десят.	Сахара в свекле %	Урожай свеклы в пуд. с десят.	Сахара в свекле %
1971	18,9	1968	19,0
1733	19,8	1705	20,2
1733	19,1	1730	19,8
2111	18,3	2078	18,5

Из этих данных явствует, что большая или меньшая густота посева не отражается на урожайности свеклы и сахаристости ее.

§ 44. Как известно, при прорывке свеклы имеется в виду выделение отдельных экземпляров ее от других, не предназначенных для культуры, с целью создания для них благоприятных условий роста в отношении света, влаги, минеральных веществ. Единственным общим указанием относительно расстояний, на которых должны находиться рядки и отдельные корни в рядках, может служить принцип, чем богаче почва, тем ближе могут быть расположены рядки и отдельные корни в них, и наоборот.

Что касается опытных посевов свеклы с целью выяснения расстояния между рядками и корнями в последних, то при них были получены, по сообщению Франкфурта и Нестерова (37), такие результаты (см. табл. XXXIX):

Таблица XXXIX.

Междурядье 8 вершков. Прорывка 6 вершков		Междурядье 9,5—10 вершк. Прорывка 5—6 вершк.	
Урожай свеклы в пуд. с десят.	Сахара в свекле %	Урожай свеклы в пуд. с десят.	Сахара в свекле %
1566	18,7	1539	18,4
1997	19,8	2001	19,6
2116	19,7	2134	19,4
1832	17,4	1823	17,4
1410	18,8	1378	18,2

На основании этих данных приходим к выводу, что на урожайность и сахаристость свеклы расстояния между рядками и корнями в них, в пределах, принятых на практике, не оказывают сильного влияния.

§ 45. Умелый и своевременный уход за свекловичной плантацией может обеспечить благоприятные результаты в отношении у

жайности и сахаристости свеклы. Необходимо иметь в виду, что молодое свекловичное растение представляет из себя очень слабый организм, легко погибающий при неподходящих для него условиях вегетации. Для успешного роста свеклы надлежит иметь доступ солнечного света, наличие достаточного количества влаги и растворимых углеводов и минеральных веществ, а также приток атмосферного воздуха. Для осуществления этих условий приходится производить неслучайное рыхление и полку почвы, прорывку и проверку свекловичных растений.

Особенно неблагоприятно отражается на урожайности и сахаристости свеклы запоздание с прорывкой ее, как это подтверждается результатами опытных посевов свеклы (см. табл. XI), сообщенными Шварцбургом и Нестеровым (38):

Таблица XI.

Своевременная прорывка		Запоздалая прорывка	
Урожай свеклы в пуд. с десят.	Сахара в свекле %	Урожай свеклы в пуд. с десят.	Сахара в свекле %
1971	18,9	1882	18,9
1733.	19,8	1561	19,9
1882	15,9	1535	15,0

§ 46. Казалось бы, конку свеклы надо было начинать только тогда, когда она совершенно созрела, подразумевая под этим, что вес корня и содержание сахара в нем достигли максимума, что вместе должно обеспечить наибольший урожай и сахаристость свеклы. Выражаясь иначе, надо всемерно стремиться использовать сполна вегетационный период свеклы, стараясь возможно раньше сеять свеклу и возможно позже конать ее. Чтобы установить, когда прекращается рост свеклы, надо проследить в последний период вегетации ее за изменениями в отношении веса корня, веса листьев, содержания сахара в корне и величины доброкачественности сока. Такого рода наблюдение было произведено Левичким (39), причем получились такие результаты (см. табл. XII):

Таблица XII.

	20 июля	27 июля	3 августа	10 августа	17 августа	24 августа	31 августа	7 сентября	14 сентября	21 сентября	28 сентября
Вес лист. гр.	235,5	255,3	318,5	273,2	302,0	305,0	248,7	246,2	201,3	235,4	182,8
Вес корн. гр.	106,1	136,2	209,5	227,7	317,4	342,4	403,7	428,8	425,6	518,4	512,6
Сух. вец. %	11,8	12,6	14,5	16,5	16,4	18,4	19,1	20,2	22,3	21,9	21,8
Сахара %	8,54	9,39	11,18	13,55	13,48	15,71	16,39	17,41	19,67	19,51	19,49
Несахара %	3,26	3,21	3,32	2,95	2,92	2,69	2,71	2,79	2,63	2,39	2,31
Доброкач.	72,4	74,5	77,0	82,1	82,2	85,1	85,8	86,2	88,2	89,1	89,4

Из этих данных известно, что увеличение веса корня, возрастание сахаристости и повышение доброкачественности сока прекращаются к концу сентября (ст. ст.), т. е. в условиях климата южно-русского свекловичного района надо признать 15 октября (нов. ст.) предельным сроком роста свеклы.

В действительности вопрос о времени начала конки свеклы приходится разрешать в зависимости от целого ряда других обстоя-

тельств, из которых наиболее важные следующие: недостаток рабочих рук и тяглой силы в свекловичных районах в период копки и возки свеклы, отсутствие шоссежных дорог к заводам и ж.-д. станция благодаря чему возникает опасение не выкопать и не свезти свеклы до заморозков и до распутицы, и, в случае большого урожая свеклы приходится также учитывать, что поздняя копка и возка свеклы обусловят удлинение производства, и вместе с этим риск заморозки и сгноить часть свеклы при хранении в буртах. Вот почему, в последнее время приходилось начинать копку и возку свеклы с 1-го сентября ст. ст. с расчетом закончить то и другое к 15-му октября ст. ст. Таким образом, часть свеклы, притом весьма значительная, выкапывалась на месяц раньше до предельного срока роста ее, в результате чего, конечно, урожай и сахаристость свеклы в России оказываются гораздо ниже, чем в Западной Европе, как то и подтверждают вышеприведенными статистическими данными.

§ 47. Культура свеклы требует затраты большего числа рабочих рук по сравнению с культурой зерновых хлебов, а именно: на 1 десятину посева затрачивается следующее количество труда в рабочих днях рабочих разного пола и возраста:

свекла . . . . .	160 — 170
оз. хлеба . . . . .	50 — 60
ар. хлеба . . . . .	25 — 35

При культуре свеклы вегетационный период длится всего 150 дней из которых приходится от посева до всходов 15 дней, до прорыва 30 дней и копки 150 дней; в течение этого времени и затрачивается наибольшее количество труда для полевых работ по культуре свеклы а именно:

вспапка, бороньба, посев . . . . .	10	рабоч. дней
шаровка . . . . .	10	» »
прорывка . . . . .	35	» »
проверка и полка . . . . .	25	» »
просанка и полка . . . . .	15	» »
копка . . . . .	40	» »
возка . . . . .	30	» »
Итого . . . . .	165	рабоч. дней

Что касается упряжной силы, то при культуре свеклы приходится затрачивать на 1 десятину 50—60 лошади.—дней.

§ 48. В отношении стоимости культуры свеклы возможно указать на данные (см. табл. XLII), полученные при учете производства свеклы в одном из крупнейших и интенсивнейших хозяйств южнорусского свекловичного района (бывш. Кенига в Гутах, Харьк. губ.) сообщаемые Сладковским (40):

Таблица XLII.

	Расход на 1 десят. свеклович. посева в рублях.
Навоз . . . . .	11,20
Суперфосфат . . . . .	8,16
Вспапка . . . . .	11,11
Семена . . . . .	11,17
Подготовка, посев, заделка . . . . .	4,37
Охранение . . . . .	1,45
Обработка . . . . .	23,93
Копка и возка . . . . .	54,10
Накладные расходы . . . . .	28,78
	154,20 руб.

Урожай свеклы 108 берковцев. Стоимость 1 берк. свеклы 1 р. 43 к. В довоенное время стоимость 1 берк. свеклы подвергалась колебаниям в пределах от 1 р. 50 к. до 2 р., т. е. в среднем около 1 р. 75 к.

Уменьшение урожая свеклы весьма сильно отражается на увеличении расходов по культуре ее; дешевая свекла может быть получена только при высоком урожае ее. Это происходит от того, что расходы по обработке десятины свеклы, составляющие главную статью расхода в культуре ее, с повышением урожая не повышаются, но даже уменьшаются; остальные же расходы по культуре свеклы все уменьшаются незначительно, или увеличиваются в меньшей мере, чем возрастает урожай.

Что касается стоимости одного пуда сахара, то это зависит, при определенной стоимости 1 берковца свеклы, от процентного содержания в ней сахара, и, разумеется, чем свекла более сахаристая, тем стоимость одного пуда сахара в ней будет обходиться дешевле, и наоборот.

§ 49. Если специализация труда, применение квалифицированного труда рабочих, имеет решающее значение в развитии отраслей индустриального хозяйства, где труд составляет только незначительную долю затрат производства, то такая специализация совершенно необходима в свеклосеянии, где труд является количественно преобладающим фактором производства. И если индустриальные отрасли производства довольствуются сравнительно небольшим количеством квалифицированных рабочих, заменив в громадной степени труд работой механических двигателей, то свеклосеяние требует применения громадных масс квалифицированного труда, может успешно развиваться в заводском районе только тогда, когда местное население специализируется в приемах обработки сахарной свеклы во всей своей массе.

Главные по затрате труда работы при культуре сахарной свеклы: пробивка, прорывка, проверка, конка—требуют большой подвижности, гибкости и выносливости от работника.

Действительно, уже при простейшей „пробивке“ сахарной свеклы, первой помощи крошечным растеньицам, намечающимся тоненькими серебряными ниточками на мелко-распыленном и твердо укатанном поле, работница должна иметь большой навык, чтобы спокойно и равномерно рыхлить землю в междурядьях и у самого рядка с обеих сторон так, чтобы в самом рядку сломать „корку“, не дающую показаться отдельным всходам и угнетающую возмездные растения. Удары санки должны производиться у рядка с точностью миллиметров; при малейшей неопытности санка попадет в нить рядка и губит посев. Одновременно с рыхлением почвы надо уничтожить отдельным ударом санки каждую сорную былинку; разбить обухом каждую глыбу земли, каковая будет мешать будущей, более тщательной работе.

В пробивке сахарной свеклы, работая все время низко, согнувшись над мало заметными слабыми рядками, средняя работница, в довоенное время, обрабатывала два рядка, т. е. полосу в 1 аршин, проходила от 2-х до 2½ верст (6 душ на десятину). Хорошая работница, в особенности на своей родной полосе, не разгибаясь, проходила так пять—шесть верст.

В более сложной „прорывке“ свеклы работнице приходится работать большей частью руками на земле, согнувшись или присевши на землю. Врыхливши землю санкой, так же тщательно, как при про-

бивке, удаливши всю сорную растительность, она глазом выбирает в рядку, на расстоянии каждых 4—5 вершков одна от другого, лучший растеньица; вырывает все остальные, а каждый остающийся экземпляр оправляет рукою на месте, отбрасывает от него грудку и она сыплет мягкой земли. Работа производится в открытом поле, под палящими лучами солнца, накалывающими до невыносимого сухую поверхность поля.

В прорывке средняя работница проходила в день два ряда т. е. полосу шириною в 1 аршин, на протяжении 350—400 саж (18—20 душ на десятину); она проделывала работу: выбора лучшего растеньица, его освобождения от груды сорных растений и лишние экземпляров в рядку, подсыпки мягкой землею,—такова работа на 6—9 тысячами растений в сутки. Хорошие работницы, которым доверяли производить эту сложную и ответственную работу издельно проходили в рабочий день до 2-х верст, повторяя одну и ту же, не индивидуализированную работу над 12—20 тысячами растений. Непривычные работницы, работающие первое лето, с громадным напряжением переносили работу на солнцепеке в постоянно согнутом положении; производили работу неудовлетворительно по качеству и редко „прогоняли“ больше 1 квартала (150 саж.) в день.

Менее сложна, но также тяжела и требует такого же навыка подвижности и выносливости „проверка“ уже прорванной и начавшей сильный рост свеклы. Работница снова рыщет сачком всю ширину 2-х междий и землю в рядках, между прорванными на 4—5 вершков растеньицами; выбирает рукою срубленный сор и рукою же оправляет каждый бурок на месте, ощупывая подливой его корни для удаления незаметно уцелевших 2-х экземпляров. Обычно эта работа требовала 12—15 работниц на десятину.

При копке свеклы прежде всего копщица „подкапывает“ несколько рядов бурака на определенном пространстве. Для этого она вонзает возле каждого бурака в землю лопату или „копач“ (род узкой лопаты) и, наклоняя ее, выворачивает глыбу земли вокруг бурака и вместе с глыбой поднимает бурок, перерывая его хвост остающийся в земле. Нужен большой навык, чтобы у каждого бурака поставить копач в известном от него расстоянии и вонзить его в землю на определенную глубину, соответственно величине и прочности посадки корня в земле. Если поставить копач слишком близко или воткнуть недостаточно глубоко, то можно поранить бурок, или оставить в земле слишком толстый хвост; если воткнуть далеко—земля вывернется, но корень останется на месте; глубокое вонзание копача в сухую землю требует затраты большого усилия. Подкопанные, но оставшиеся в земле корни выбираются из земли; работница быстро набирает по несколько штук в каждую руку, держа за гичь, сильно потряхивает их от земли и сбрасывает на одну кучу. При очистке свеклы, каждый корень из кучи отдельно обрезывается несколькими ударами ножа от гичи, так, чтобы при обрезке уничтожить все „глазки“ (почки), притаившиеся глубоко в пазухах листьев, но, вместе с тем, отрезать минимум сахаристой массы корня; обрубывается хвост корня и ложом сокребывается приставшая земля; очищенные корни снова сбрасываются в кучу. Куча немедленно прикрывается гичью; если же остается лежать надолго в поле, то прикрывается также землею. При копке от пуда или от ящика, очищенная свекла насыпается в мерники, для чего ее приходится сносить в кучи со значительных площадей (в 30—60 куч на 1 дес., т. е. в одну

кучу на каждые 40—50 кв. саж.) и только после „замерки“ укрывать гичью.

В среднем привычная работница выкапывает в день 3—4 тысячи корней, т. е. в одну минуту (при десятичасовом рабочем дне) проделывает все перечисленные сложные операции над 5—7 корнями.

Вполне понятно, что непривычные работницы при всем старании не накапывают половины того, что выкапывают средние умелые работницы.

Из этого описания приемов обработки и копки свеклы явствует, что свекла дает верные доходы только в случае применения в ее обработке квалифицированного труда. Обработка свеклы руками неспециализировавшихся рабочих понижает ее доходность до уровня **экономических** полевых культур и ниже.

Тем же требованиями специализации и индивидуализации труда в культуре свеклы объясняется трудная заменимость его механическими двигателями и машинами. В противоположность отраслям индустриального производства, в свекловодстве механические способы не могут сравниться по совершенству с ручными. Ни одна распахка не взрыхлит землю и не уничтожит сорных трав так тщательно, как санка в руках умелой работницы. Ни одна прорезочная машина не может сделать совершенной прорывки. Ни один свеклокопатель не выкопает и не очистит корней так, как живая рука. Если в Зап. Европе машины в свекловом хозяйстве применялись больше, чем в России, то это объясняется сравнительной дороговизной труда там и, следовательно, дешевизной машины.

**§ 50.** Если главнейшие работы по культуре свеклы, начиная от посева и кончая копкой ее, требуют многолетнего навыка от рабочего, то для руководства работою по свеклосеянию требуют от хозяина максимума знания, опыта, внимания.

Почва, предназначенная для посева свеклы, должна быть надлежащего качества, соответственно подготовлена и удобрена; посев свеклы следует производить при благоприятных климатических условиях и соответственным образом. В случае сухой холодной погоды всходы получаются недружными и, как таковые, они становятся беззащитными по отношению к сорным травам, которые могут так укрыть рядки, что весьма затруднителен доступ к росткам света и воздуха, в результате чего они могут загдохнуть, или же всходы будут уничтожены вредителями, отличающимися многообразием своих видов. Сильная засуха может просушить верхний слой пахоты настолько, что семена не взойдут, будучи лишены света и воздуха, благодаря образованию твердой земляной корки. Сильные ливни также весьма уплотняют землю, в результате чего всходы не смогут пробиться сквозь толщу ее и, таким образом, погибнут. Если же всходы появились на поверхности земли, то сухие ветры, срывая пыль, вырывают таковую, раскаленную на солнце, тоненькие листочки свеклы, при чем остаются черенки свеклы, засыхающие через один—два дня и, таким образом, в результате ветер выдувает свеклу на многих тысячах десятин посева, если не будут оставлены при обработке поля мелкие комья земли.

Все меры к успешному посеву свеклы и охране ее всходов от атмосферных неблагоприятных влияний и от нападения разных вредителей—требуют специальных знаний и местного опыта.

Несмотря на то, что в крупных свекловичных хозяйствах, действовавших в дореволюционное время главным поставщиком свеклы

в заводы, применялись в наибольших размерах опыт и знания. же свекловичные посевы ежегодно погибали на весьма больших площадях и их приходилось пересевать, как то подтверждается статистическими данными (см. табл. XLIII), собранными Волоховым (

Таблица XLIII.

Районы	1902—1911 г. г.	
	пересевно %	погибло %
Юго-Западн. . . . .	7,1	3,2
Центральн. . . . .	3,2	1,9
Восточн. . . . .	6,3	4,1
Польск. . . . .	1,5	3,0
По всей России	5,3	2,9

Если принять во внимание, что в довоенное время площадь посева свеклы в России достигла 700.000 десятин, то указанные цифры пересева и гибели свекловичных посевов приобретают великое значение.

§ 51. Выше было отмечено, что гибель свекловичных посевов может происходить как от неблагоприятных атмосферных влияний так и от нападения разного рода вредителей, причем нередко последний фактор играет большую роль. Из вредителей свеклы в России надлежит указать: луговой мотылек, озимая совка, долгоносик, лянная блоха, майский жук и др. В случае засушливой погоды, сорности полей, при отсутствии надлежащих мер борьбы, вредители из названных вредителей могут уничтожить громадные площади посева свеклы. Напр., в кампанию 1921—1922 г.г. из общей площади посева свеклы в России, равной 199.653 десятинам, погибло от вредителей (преимущественно от гусеницы лугового мотылька) и от засухи 93.682 десятины, т. е. погибло 47% посева.

§ 52. Свекловичные корни нередко поражаются болезнью, известной как назыв., „корнеедом“, причем эта болезнь проявляется в двух формах: общий корнеед, или мокрая гниль, и местный корнеед, или сухая гниль.

В первой форме болезнь овладевает всем растением; оно увядает и погибает к земле, как будто от засухи, приобретает особую желтоватую окраску, причем растение делается прозрачным и мягким. Вынимая осторожно растение из земли, замечаем, что размягчение простирается и на корень, который является самым чернеющим и представляющим из себя аморфную полужидкую массу. Это является причиной того, что, когда загнившее охватило весь корень, тогда стебелек оказывается как бы подрезанным. Процесс отмирания всего растения протекает очень быстро, всего за несколько дней. Эта болезнь встречается лишь у очень молодых растений, давно выдвинувших из почвы семенодон.

Во второй форме болезнь поражает чаще всего нижнюю часть стебля, переходящую в корень. В этом месте появляется сначала узкая полоска, идущая вдоль стебля; полоска эта мало-помалу расширяется и, наконец, охватывает всю окружность стебля. В этом месте чернеет и засыхает, становясь очень тонким, отчетливо спрессовывается. Засохшее место имеет иногда вид очень узкого кольца, стягивающего стебелек при основании, как бы нити. Если осторожно вынуть больное растение из земли, то оказывается, что процесс отмирания тканей не ограничивается стеблем, а пер-

также и на корень, который становится утонченным, как бы нитевидным. Иногда отмирание ограничивается одним стеблем, корень же оказывается здоровым. Далекое не все растения, пораженные корнеедом, погибают, так как отмирание тканей при этой болезни происходит довольно медленно. Разумеется, выздоровление растений наступает тем скорее, чем оно в меньшей мере было поражено болезнью; нередко наблюдается, что взамен отмершего корня, из основания стебля вырастают новые корешки, в результате чего получаются разветвления свекловичного корня, как это и замечается нередко при копке свеклы. Уместно заметить, что выздоровление растений, пораженного корнеедом, возможно только в не очень сухой почве; это обстоятельство подтверждает наблюдения, что в сухую холодную весну заболевание свекловичных всходов более интенсивное, чем во влажную и теплую весну.

На основании всестороннего изучения и многократных наблюдений установлено, что корнеед свекловичных всходов—болезнь исключительно паразитного характера: ее вызывает особый вид грибка, отличный от видов *Phoma Betae* и *Pythium Baranum*; этот грибок, в виде мицелия, находится постоянно в околоплоднике, окружающем семена, откуда он переходит и на прорастающие зародыши; при надлежащих условиях, благоприятных для развития свекловичных всходов, грибок поражает только слабые ростки.

Из того, что непосредственной причиной корнееда является грибок, находящийся всегда в околоплоднике свекловичных клубочков, вытекает уже метод борьбы с этой болезнью—убить споры или мицелий, т. е. в клубочках, не повреждая, разумеется, самого зародыша. Легче всего этого можно достигнуть, погружая клубочки в более или менее ядовитые растворы разных химических соединений на определенное время.

При оценке различного рода „протрав“ надо иметь в виду, чтобы протрава не только устраняла заболевание свекловичных всходов, но она не должна понижать процент всхожести семян и не должна замедлять их энергию прорастания. Из протрав наиболее пригодным для указанной цели оказался медный купорос. Свекловичные клубочки замачиваются в двухпроцентном растворе медного купороса в течение 6-ти часов. Однако, уместно заметить, что протрава, если и оказывает влияние на корнеед, то не в столь сильной степени, как это надлежало бы для устранения этой болезни свеклы.

§ 53. Из числа вредителей свеклы наибольшего внимания заслуживает особый вид жуков, так называемый, *свекловичный долгоносик* (*Cleonus punctiventris* Germ.), который нередко производит громадные опустошения на свекловичных плантациях. Долгоносик представляет собою жука длиной около 12 милл., имеющего общую окраску темно-бурую. Вышедшие весной жуки питаются сначала сорняк травами, а когда появятся всходы свекловицы, они переходят и перелетают на свекловичные плантации, где совершенно уничтожают молодые растения; позднее, когда растения несколько окрепнут, они выедают края листьев.

Основной мерой борьбы с жуком-долгоносиком является сбор их на местах отрождения на прежних свекловичных плантациях (бурачищах) и истребление их в период передвижения от мест отрождения на новые свекловичные плантации. Для ограждения плантаций от жуков выкапываются, по пути движения, борозды канавы, глубиной 6—8 вершков и шириной 3—5 вершков. Стенка канавы, обращенная

в сторону, откуда движутся жуки, делается отвесной гладкой, а противоположная, обращенная к плантации, наклонной под углом в 30°. Вынутая земля при рытье таких канав кладется на сторону плантации. В канавах через 3—4 сажени делаются колодцы. Канавы должны быть готовы ко времени выхода жуков (в конце марта или в начале апреля, и ими надлежит опоясать как старые, так и новые бурачища). Для того, чтобы жуки не переползали через канавы, устанавливается надзор за канавами, а именно: вдоль канавы на расстоянии 10 саж. ставятся сборщики. Сбор жуков руками применяется обычно с половины апреля и до конца мая месяца (ст. ст.). Как велико количество жуков, которое может быть собрано на плантациях в ручную, можно указать на тот факт, что с 700 десятины свекловичных плантаций было собрано около 5000 ведер жуков. Необходимо заметить, что сбор жуков следует производить и тогда, когда они не представляют уже опасности для свекловичных плантаций, так как тем самым будут сокращены расходы по сбору жуков в последующем году.

Для уничтожения долгоносика применяются также опрыскивание свекловичных плантаций растворами разного рода ядов (интексидов); напр., 5% раствором хлористого бария (20 ведер воды и 30 фунтов хлористого бария на 1 десятину), причем замечено, что жуки гораздо лучше погибают в жаркую, чем в холодную погоду. К достоинствам этого интексида относят: сравнительную его безвредность для человека, легкость приготовления, сильное действие в жаркую, сухую погоду. К недостаткам этого интексида относят: относительно большую его стоимость, легкость смывания во время дождя.

Опрыскивание раствором хлористого бария свекловичных плантаций производят при посредстве пульверизаторов специального устройства.

Но для получения более существенной пользы недостаточно однократного опрыскивания свекловичных плантаций тем или иным интексидом, так как в самых удачных случаях, когда жуки отравляются массами, новые партии их наползают и налетают с соседних участков и уничтожают свекловичные всходы. Поэтому необходимо принять меры своевременно систематические, несколько раз подряд. Напр., перепахка бурачных полей осенью в октябре на глубину до 5 вершк. подвергает жуков влиянию неблагоприятных атмосферных условий и содействует вымиранию жуков; оставление бурачных полей под пар, так как на паровом поле, вследствие его более плотной почвы задерживается весной выход жуков; все условия, способствующие росту свеклы (посев на пару, удобрение навозом, удобрение почвы сульфосфатом и т. п.) зашищают в то же время свеклу от истребления жуками; наконец, расположение полей при севообороте желательно таково, чтобы свекловичная плантация новая не приходилась рядом со старою (бурачищем), а была бы расположена между озимью и черным паром.

Из естественных врагов, истребляющих свекловичных долгоносиков, известно несколько видов грибков, именуемых мускардинами; производятся опыты по искусственному заражению личинок долгоносика мускардиной, но таковые не дали благоприятных результатов.

Не следует упускать из вида, что, кроме самого жука-долгоносика, вред свекловичным плантациям могут приносить личинки этого жука, которые живут на глубине 4—6 вершк. и обедают корни свеклы. Те меры планового и систематического характера борьбы с долго-

носиком, которые были изложены выше, несомненно будут действительны и в отношении личинок долгоносика.

§ 54. К числу вредителей свеклы из отряда жуков надо отнести также *майского жука* или *хруща* (*Melolontha vulgaris* Fabr), или, вернее сказать, личинки этого жука. Сами жуки обычно поедают молодые листья деревьев разных пород. Личинки майского жука имеют окраску тела желтовато-белую, ноги их покрыты волосками, причем длина личинок зависит от их возраста и колеблется от 10 до 50 милл. Личинки живут 4—5 лет, причем на зиму они углубляются в землю на глубину до 2-х арш. Летом личинки попадаются на разных глубинах и, главным образом, в зависимости от погоды: в сухую глубже, а в сырую погоду—мельче. Личинки поедают как листья, так и корень свеклы и притом независимо от возраста, а потому они являются вредителями и высадок.

Уничтожения личинок возможно достигнуть посредством поливки почвы раствором карболовой кислоты (1 литр кислоты на 100 литров воды), раствором парижской зелени (2 фун. зелени на 40 ведер воды с добавлением 4 фун. свежегашенной извести).

Рекомендуют собирать жуков в ручную. Эти работы надлежит вести рано утром, когда жуки, опееневшие от ночного холода, сидят спокойно на деревьях и легко отряхиваются с последних.

§ 55. К числу вредителей свеклы из отряда жуков относится *свекловичная блоха* (*Chaetocnema concinna* Marsch.), имеющая темно-бронзовую окраску тела и размеры около 2 милл. Она причиняет вред весной всходам свеклы. Для защиты свекловичных плантаций от этого вредителя можно рекомендовать те же инсекциды, которые применяются для уничтожения свекловичного долгоносика.

К числу вредителей свеклы из отряда жуков относится также *свекольный клот* (*Cassid nebulosa* Lin.), имеющий красно-бурую окраску тела и размеры около 5 милл. Он причиняет вред весной всходам свеклы. Меры борьбы с этим вредителем те же, что и со свекольной блохой.

§ 56. К числу вредителей обуславливающих гибель громадных площадей свекловичных плантаций, принадлежащих к отряду бабочек, относятся *луговой мотылек* [*Loxostogr (Botys) sticticalis* L.] и *озимая совка* (*Agrotis segetum* Schiff); вредителями, в сущности говоря, являются гусеницы названных бабочек. Принимая во внимание, что по своему характеру жизнедеятельности эти оба вредителя имеют много общего, а потому сказанное об одном из них, относится также и к другому.

Обычно бабочки отлагают яйца на листьях сорных трав, и на листьях свеклы, а потому появление гусениц наблюдается чаще на свекловичных полях сильно засоренных. Гусеницы перегрызают поперек черенки большей части листьев свеклы, которые падают на землю и желтеют; кроме того, гусеницы выедают ямки на головке корня свеклы и тем лишают последний способности восстановлению листьев, что, конечно, сопровождается гибелью растения. В том и другом случае среди свекловичной плантации получаются черные сплошные промежутки—лысины, которые относительно быстро увеличиваются в размерах, так как гусеницы переползают, уничтожая на своем пути свекловичные посевы. Нередко небольшие лысины, замечаемые на свекловичных плантациях, относят в первый период роста свеклы за счет невсхожести семян или засорения сеялок, но раскопка земли на таких лысинах указывает, что всходы уже повреждены гусеницами.

Весьма распространено мнение, что „озимые черви“ (так называют гусениц озимой совки) не поедают листьев свеклы, но в действительности, очень часто гусеницы не только перегрызают поперек черенки листьев, но съедают самые листья, оставляя одни жилки.

Из мер борьбы с гусеницами названных бабочек уместно указать на следующие. Во-первых, ограждение свекловичных плантаций канавками глубиной в  $\frac{1}{2}$  аршина с вырытыми на дне их ямками (колодцами). Необходимо следить за тем, чтобы канавки были в хорошем состоянии, особенно после дождей, ливней, когда они могут быть занесены землей. Гусеницы, попавшие в канавки и ямки, выбираются оттуда в ручную. Весьма нелишне собирать гусениц в ручную на самих свекловичных плантациях, так как гусеницы передвигаются по ним, поедая на своем пути как листья, так и корни свеклы. Сбор гусениц надо начинать с мест посевов свеклы и где последняя почему-либо задержалась в росте. При сборе гусениц приходится разгребать землю руками, так как гусеницы находятся обычно в почве на глубине 1—2 вершков.

Что касается орыскивания свекловичных плантаций, то из опыта пульверизации раствором швейнфуртской зелени с содержанием последней 2% с прибавлением извести, выяснилось, что гусеницы погибают в большем или меньшем количестве в зависимости от действия пульверизатора, а именно: если струя жидкости направляется сверху растения, то гусениц погибает меньше, чем в случае направлении струи жидкости сбоку растения.

Но наиболее радикальной мерой борьбы с луговым мотыльком и озимой совкой является ловля их на приманку, которою с успехом может служить раствор кормовой патоки и лучины, если таковая будет подвергнута брожению. Патока, разбавленная наполовину водою, наливаясь в железные корытца, длиною 12 вершк., шириною 6 вершк. и глубиною 2 верш., устанавливаемые на деревянных козлах. Для сбрызгивания патоки к последней прибавляют серной кисл. (10 капель серной кисл. уд. в. 1,84 на 1 литр раствора патоки) и задают дрожжей. В отношении места установки корыт с патокой надо заметить, что таковые следует установить там, где предполагается появление бабочек из куколок, залегающих в земле; напр., если появления гусениц приходится ожидать с мест прошлогодних поврежденных свекловичных плантаций, т. е. на бурчищах, то ловлю бабочек надо сначала сосредоточить там. Что касается числа корытцев с патокой, то считают достаточным установку одного корытца на одну десятину. Насколько успешна ловля бабочек на бродящую патоку, можно судить по тому факту, что в некоторых корытцах иногда насчитывается до 5000 штук бабочек. Для суждения о размерах улова бабочек и могущих быть от того благоприятных результатах, уместно указать, что в двух б. имениях гр. Вобринского на свекловичных плантациях было за лето поймано около 5 миллионов бабочек, которые дали бы около 750 миллионов гусениц.

В заключение еще раз приходится сказать, что наиболее действительным средством борьбы с указанными вредителями надо признать рациональную подготовку и обработку почвы, занятой культурой свеклы, при которой уничтожаются вредители и исключается возможность роста сорных трав.

Вышеизложенное о жизнедеятельности вредителей и о мерах борьбы с ними может быть резюмировано для практических целей

в форме особой ведомости, каковая и была составлена Шишкиным (42) и прилагается у сего (см. стр. 44 и 45).

§ 57. В дореволюционное время в России сахарные заводы снабжались свеклою как своею, так и плантаторскою, т. е. в первом случае заводы сеяли свеклу на своих землях и возделывали ее на свои средства, а во втором случае помещики и крестьяне сеяли свеклу на своих землях, возделывали ее, как на свои, так и на заводские средства, получаемые в виде авансов, а затем сдавали ее заводам по устанавливаемой, путем взаимного соглашения, цене.

Для характеристики заводского, помещичьего и крестьянского свеклосеяния, а вместе с этим и для выяснения той роли, которую играли заводы, помещики и крестьяне в снабжении сахарных заводов свеклою, приводим статистические данные (см. табл. XLIV) собранные Заленским (43):

Таблица XLIV.

Р а й о н ы .	1905—6 г.г.		1908—9 г.г.		1911—12 г.г.	
	Заводы и помещ.	Крестьяне.	Заводы и помещ.	Крестьяне.	Заводы и помещ.	Крестьяне.
Площадь посева в тыс. десятин и в %.						
Юго-Западн. . . . .	$\frac{228,2}{82,8}$	$\frac{47,5}{17,2}$	$\frac{223,8}{77,6\%}$	$\frac{64,6}{22,4\%}$	$\frac{305,8}{75,6\%}$	$\frac{98,7}{24,4\%}$
Центральн. . . . .	$\frac{88,7}{20,3}$	$\frac{11,3}{2,8}$	$\frac{84,6}{20,7}$	$\frac{15,4}{4,8}$	$\frac{83,0}{26,3}$	$\frac{17,0}{4,7}$
Восточн. . . . .	$\frac{87,9}{87,9}$	$\frac{12,1}{12,1}$	$\frac{81,1}{81,1}$	$\frac{18,9}{18,9}$	$\frac{85,0}{85,0}$	$\frac{15,0}{15,0}$
Урожай в берк. (10-п.) и урожай крест. в % зав. и помещ.						
Юго-Западн. . . . .	84,8	$\frac{59,6}{70,3\%}$	109,2	$\frac{66,1}{60,5\%}$	124,3	$\frac{93,9}{75,5\%}$
Центральн. . . . .	119,4	$\frac{84,2}{70,5}$	102,8	$\frac{75,7}{73,6}$	117,1	$\frac{83,1}{71,0}$
Восточн. . . . .	66,3	$\frac{47,3}{71,3}$	67,1	$\frac{32,0}{47,7}$	78,4	$\frac{69,3}{88,4}$

Из этих данных явствует, что в снабжении сахарных заводов свеклою главную роль играли сами заводы и помещики, так как на долю заводской и помещичьей свеклы приходилось в среднем около 85%; что касается крестьянства, то оно играло незначительную роль в снабжении сахарных заводов свеклою, так как на долю крестьянской свеклы приходилось в среднем около 15%, при том культура свеклы в крестьянских хозяйствах стояла довольно низко, что подтверждается вышеприведенными сравнительными данными об урожае свеклы.

§ 58. С уравнением землепользования, с переходом помещичьих земель к крестьянам, должны возникнуть крестьянские хозяйства средних размеров, которые могут при надлежащих для них условиях играть значительную роль в снабжении сахарных заводов свеклою. Существующие раньше крупные капиталистические поме-

Название вредителя.			Особое название личинки.	В какой стадии вредит.	Когда вредит.	Продолжительность жизни (1)		
Латинское.	Русское.	Украинское.				Личинка.		
						1	2	3
<i>Bothynoderes (cleonus) punctiventris Germ.</i>	Свекловичный долгоносик.	Бурякова свинка.	—	Главный вред наносит в стадии жука, вредна также и личинка.	Жук в апреле, май, личинка в поле.	Около 2-х месяцев.	В мае, июне, июле, августе.	В земле.
<i>Phlytaenodes (Eurygaster, Botys) sticticus L.</i>	Луговой мотылек, метелляца.	Метелляца.	Гусеница, серый червь.	В стадии гусеницы (личинки).	С конца мая, в июне (летнее поколение) и с середины июля до середины августа (осеннее поколение).	Около 3 недель (летнее поколение) и с осени до весны включительно (осен. п.).	С конца мая, в июне и с середины июля до серед. апреля.	На листья летом и осенью, зимой и весной в коконах в земле.
<i>Melolontha.</i>	Майский жук, майский хрущ.	Хрущ протский.	Гробак, борозняк.	Полеводеству в стадии личинки.	В продолжении всего теплого времени года весной, летом и осенью.	Около 3-х лет и 9 месяцев (при 4-годовой генерац.).	В продолжении всего года.	В земле.
<i>Agrotis agrotum Schiff.</i>	Озимая совка.	Піддєнь заєвний. (Почияца озиминка).	Гусеница, озим. или озимый червь.	В стадии гусеницы (личинки).	В июне, июле и осени, с момента появления входов озимей, а также весной до мая включ.	Около мес. (летн. поколение), ок. 10 мес. (осен. пок.).	В мае, июне и с осени до весны включ.	В начале жизни и в личинках, затем у прикорневых частей растений.
<i>Plectroscelis (Chaetocnema) brevinsecula Fald.</i>	Свекловичная блоха.	Стрбайчик буряковий.	—	В стадии жука.	В мае, июне, июле.	—	В продолжении лета.	В земле.
<i>Cassida nebulosa L.</i>	Свекловичный клоп.	Щитчик буряковий.	—	В стадии жука и личинки.	Весной и летом.	—	В конце вес. и в нач. лет. (лет. пок.) и в кон. л. и нач. ос. (ос. п.).	На листьях.
<i>Elmidae.</i>	Щелкунки.	Ковали.	Проволочный червь, косянка.	Главный вред наносит в стадии личинки, вредит также и жук.	В продолжении всего теплого времени года весной, летом и осенью.	Увеличивается видовое количество около 3 л.	В продолжении всего года.	В земле.

время (2); местонахождение (3):			И ш а.		Число поколений.	Источники сведений.	М Е Р Ы Б О Р Ь Б Ы.
Взрослого насекомого.			Взрослого насекомого.	Личинки.			
1	2	3					
Около года.	С августа по август.	На поверхности земли и на листьях.	Листья и пророст. семени.	Корни.	1 поколение в году.	Около года.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Руной сбор.</li> <li>2) Лопаче канавы.</li> <li>3) Опыливание а) хлорпестым барнем, б) парижской зеленью.</li> <li>4) Уничтож. сорной растительн.</li> <li>5) Осенняя перепахивка.</li> <li>6) Производство паров посев. свеклы в отдалении от прош. годовых.</li> <li>7) Минеральные удобрения.</li> <li>8) Охрана насекомоядн. птиц.</li> </ol>
В среднем около 2-х недель.	Май, июнь (1 покол.), июль, август, сент. (2 покол.)	Преимущ. на цветах.	Цветочный пектар.	Листья.	2 поколения в году.	Первое поколение 10 мес., 2 поколение около 2-х месяцев.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Осенняя или весен. перепах.</li> <li>2) Уничтож. сорной растительн. после окультуривания гусей, летн. поколения.</li> <li>3) Окуривание.</li> <li>4) Лопаче канавы.</li> <li>5) Опыливание а) хлорпестым барнем, б) парижской зеленью.</li> <li>6) Выдавливание на бродяч. п. току.</li> <li>7) Поливка горячей водой.</li> <li>8) Выдавливание на бродяч. п. току.</li> <li>9) Уничтож. сорной растительн.</li> <li>10) Охрана насекомоядн. птиц.</li> </ol>
Около 3-х недель.	Апрель, май.	На деревьях и кустарниках.	Листья деревьев и кустарн.	Корни и подземные части растений.	Одно поколение в четыре года (на широте Киева).	Около 4-х лет.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Перепахивка и перекопка с выбором личинок.</li> <li>2) Окуривание.</li> <li>3) Руной труд.</li> <li>4) Опыливание: а) парижской зеленью, б) хлорпестым барнем.</li> <li>5) Расположение культур вдали от деревьев и кустарников.</li> <li>6) Охрана насекомоядн. живот.</li> </ol>
—	В конце мая, в июле и августе, сентябре.	Прем. на цветах ночью.	Цветочный пектар.	Листья и прикорн. части растений.	2 поколения в году (на широте Киева)	1 поколение ок. 10 мес., 2 поколение ок. 2 мес.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Уничтож. сорной растительн.</li> <li>2) Лопаче канавы.</li> <li>3) Выдавливание на бродяч. п. току.</li> <li>4) Отравленные отруби.</li> <li>5) Разрыхл. сантам. междуряд.</li> <li>6) Весенняя перепахивка полей.</li> </ol>
Около года.	С августа по август.	На листьях.	Листья.	—	1 пок. в году.	Около года.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Уничтож. сорной растительн.</li> <li>2) Выдавливание сачками.</li> <li>3) Опыливание: а) парижской зеленью, б) хлорпестым барнем.</li> </ol>
—	Весной (1 пок.), в середине лета (2 п.).	На листьях.	Листья.	Листья.	2 пок. в году.	—	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Уничтож. сорной растительн.</li> <li>2) Опыливание: а) парижской зеленью, б) хлорпестым барнем.</li> </ol>
—	—	Главным образом на лист. и цветах.	Листья и цветы.	Подземные части растений.	С точност. неизвест.	С точност. неизвест.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Выдавливание на приманки.</li> <li>2) Многолетняя обраб. почвы.</li> <li>3) Минеральные удобрения.</li> </ol>

Правительство устраняли крестьянство от непосредственного участия в производстве. Требуя большого количества рабочих рук для обработки полей и рабочего скота для гужевого транспорта, они давали избыточный крестьянскому населению заработок на месте, в виде заработной платы членов семьи на срок или поденно в помещичьих хозяйствах и в виде оплаты работы скота, использованьем его для нужд гужевого транспорта в имениях и заводах. В общем крестьянство было тогда поставщиком рабочей силы и скота, а не поставщиком свеклы с своих земель, так как первое для него было выгоднее, чем второе. Разумеется, свекла сама по себе не менее выгодная культура, чем зерновые хлеба, как то подтверждается статистическими данными по Подольской губ. (см. табл. XLV), собранными Филипповским (44):

Таблица XLV.

Культура.	Урожай зерна, корней пуд.	Урожай соломы, ржи пуд.	Цена пуда зерна.	Цена пуда соломы, ржи.	Валовой доход рублей.
Озимая рожь . . . . .	88	180	71 к.	5 к.	72
Озимая пшеница . . . . .	82	160	98 „	5 „	85
Ячмень . . . . .	66	160	72 „	15 „	61
Овес . . . . .	80	125	73 „	15 „	77
Проро . . . . .	64	100	72 „	10 „	56
Горох . . . . .	77	120	100 „	2 „	79,5
Свекла . . . . .	975	500	140 „	14 „	123,50

Валовой доход от свеклы превышает на 34 руб. доход от пшеницы, но культура свеклы требует большего числа рабочих рук, т. е. большей затраты труда, чем культура пшеницы. Если считать, что при домашнем труде надо затратить на обработку свеклы 35 дней, да на копку и возку ее 25 дней, а на посев, уборку и обмолот пшеницы требуется затратить около 20 дней, то разница в 40 дней есть тот труд, которого требует добавочно, по сравнению с культурой зернового хлеба, культура свеклы. Считая увеличение дохода на 35 рублей, получаем оплату рабочего дня в своем хозяйстве при условии посева свеклы около 85 коп. в день. Эта оплата немного выше средней оплаты поденных рабочих, существовавшей в довоенное время в свекловичном районе Подольской губ. Кроме того, крестьянство получало в оплату труда, кроме денег, еще жом и папку, которые шли на корм скоту и способствовали развитию крестьянского скотоводства.

В настоящее время один из факторов, поддерживающих натуральные формы крестьянского потребительского хозяйства— крупное капиталистическое хозяйство— не существует. Государственные сахарные заводы, если и наделены земельными фондами, то далеко не в тех размерах, чтобы заводские хозяйства могли иметь такое же значение, как помещичьи хозяйства, в отношении потребления рабочей силы населения и тяглой силы скота.

Таким образом, из крестьянского бюджета устраняется одна из крупнейших статей дохода, каковая должна быть выполнена для сохранения известного уровня жизненных и хозяйственных потребностей крестьянства. Отсюда явствует, что крестьянство принуждено будет в своем хозяйстве расширить производство наиболее выгодно оплачивающихся с десятины культур, в частности, несомненно, принадлежит также и культура свеклы.

**§ 59.** При современных условиях сахарной промышленности в России организации крестьянского свеклосеяния должно быть уделено особое внимание, так как на нем в значительной мере должно базироваться снабжение сахарных заводов свеклою.

За последнее пятилетие перед мировую войной крестьянское свеклосеяние в некоторых районах проявило тенденцию к весьма интенсивному развитию; напр., в Юго-Западном районе с 1908 г. по 1911 г. площадь крестьянского свеклосеяния увеличилась на 50%.

Для наиболее широкого привлечения крестьянских хозяйств к свеклосеянию, прежде всего необходимо создание условий, благоприятствующих посевам свеклы вообще: достаточно высокой и своевременной оплаты свеклы, окупающей полностью издержки по ее культуре, осуществление установленных законом льгот для посещиков свеклы, создание организованной помощи маломощным крестьянским хозяйствам в работе по культуре свеклы. В целях пробуждения наибольшей хозяйственной самостоятельности самого крестьянина к развитию свеклосеяния весьма желательно возникновение и распространение в свекловичных районах сельско-хозяйственных кооперативов посещиков свеклы. В круг деятельности этих кооперативов должно быть включено: пропаганда посевов свеклы, организация снабжения посещиков свеклы семенами, машинными, орудиями, надзор за работами в поле, производство расчетов. Кооперативы посещиков свеклы, являясь членами сельско-хозяйственных кооперативов вообще, ведут свои хозяйственные операции на договорных с заводами условиях.

**§ 60.** В целях урегулирования взаимоотношений между заводоуправлениями и поставщиками свеклы должны быть выработаны подробные договорные условия на посев, обработку, копку, возку свеклы и должны быть точно установлены размеры и виды оплаты берцовца доставляемой свеклы, а равно размеры и сроки выдаваемых авансовых сумм.

Как пример такого рода договора, может быть приведен в копии таковой, выработанный Сахаротрестом:

1. Плантатор обязуется для производства такого-то года посеять сахарную свеклу такое-то число десятин для такого-то сахарного завода.

Места болотистые и пашады не должны засеиваться свекловичей.

Примечание. Подсев на свекловичных плантациях фасоли, подсолнуха и других растений не разрешается.

2. Весь урожай сахарной свеклы, какой получится с упомянутой в п. 1 площади, плантатор обязан доставить и сдать без остатка сахарному заводу на приемочный пункт по указанию заводоуправления.

3. Плантатор обязан на указанной в п. 1 земле произвести последовательно все работы по культуре свеклы своими средствами; вспашка должна быть на глубину не менее 4½ вершка. Все работы по культуре свеклы плантатор обязан производить своевременно и вполне аккуратно по указанию заводоуправления, которому предоставляется право во всякое время наблюдать за посевной свеклой, проверять площадь посева через землемера или других уполномоченных лиц, измеривать, обмерять и контролировать все производящиеся работы, а равно выяснить урожай до копки.

Примечание. Для определения сахаристости и урожая свеклы заводоуправление в праве отбирать пробы на посевах.

4. Если заводоуправление предоставит плантатору при посеве свеклы минеральное удобрение (суперфосфат, селитра), то последний обязан внести в количествах, указанных заводоуправлением, причем стоимость отпущенного удобрения удерживается при окончательном расчете, по заготовительным ценам.

5. В течение периода роста свеклы плантатор обязывается поддерживать плантацию в чистом виде от сорных трав и вести борьбу с вредителями по указанию заводоуправления.

6. В случае, если производимые плантаторами работы будут исполняться не надлежаще, или не своевременно, то заводоуправление вправе прекратить выдачу плантаторам дальнейших авансов (натурных) и по своему усмотрению произвести за счет плантатора невыполненные работы, причем, однако, плантатор не освобождается от точного выполнения договора во всех его частях.

7. В случае плохих всходов, или полного отсутствия их на части или всей плантации (п. 1), а также в случае уничтожения всего или части посева, под влиянием атмосферных или стихийных явлений или вредителями, плантатор обязан, по требованию заводоуправления или его разрешению, произвести пересев пострадавших, уничтоженных или погибших частей плантации. В этих случаях плантатор получает от заводоуправления добавочное вознаграждение за пересев в размере, определяемом образуемой для сего комиссией.

В случае гибели или неудовлетворительности плантаций по вине плантатора, пересев по требованию заводоуправления должен быть произведен плантатором за собственный счет.

8. Если заводоуправление не требует, или не разрешит посева пострадавших или погибших частей плантации, то выдача заводоуправлением авансов на эти части прекращается, но обязательства договаривающихся сторон в отношении удовлетворительной части плантации остаются в силе. В случае гибели всего или части свекловичного посева, плантатор обязан вернуть заводу авансы и стоимость полученных семян, упавшие на погибшую площадь плантации, причем национализированная земля из-под погибших плантаций переходит в распоряжение и пользование завода.

9. Свекловичные семена для посева дозволенных пересевов плантатор обязан получить от заводоуправления по себестоимости. Стоимость семян удерживается из натур, какие причитаются плантатору по окончательному расчету. Плантаторы могут сеять свеклу сахарную на свой риск и своими семенами. Во время доставки свеклы на завод, последний путем анализа определяет сахаристость свеклы, и если свекла, выращенная из семян плантатора, не отличается по сахаристости от свеклы, выращенной из заводских семян, то она (свекла) оплачивается по тем же нормам, какие установлены для свеклы из заводских семян; если же сахаристость этой свеклы ниже, то делается соответственная скидка.

10. Копка свеклы должна быть начата по первому требованию заводоуправления, но не позже, напр., 25-го сентября н. ст. и закончена до морозов, во всяком случае не позже, напр., 1-го ноября н. ст. Доставка свеклы на заводской приемный пункт должна производиться по мере выкопки ее, причем, если почему либо выкопанная свекла не может быть доставлена в тот же день, то для охранения ее от солнца и мороза она должна быть на поле сложена в кучи и тщательно покрыта землею и не позже следующего рабочего дня доставлена по назначению. Доставка должна быть закончена не позже,



в долгу натур, он уплачивает заводу управлению стоимость этих натур, исходя из местных рыночных цен на эти натур.

17. Окончательный расчет заводу управление обязано уладить не позже месячного срока со дня сдачи заводу всей свеклы.

18. Если бы при проверке оказалось, что плантатор посеял меньше, чем означено в п. 1 договора, то выданные до осмотра и проверки плантаций натуры вычитываются из последующих натуральных выдач, каковые затем уже выдаются по действительно оказавшемуся количеству десятии вполне удовлетворительной свеклы. Кроме того, плантатор обязан возвратить заводу семена соответственно недосеянной площади немедленно по окончании посева и пересева.

19. За каждую недосеянную по 1-му пункту сего договора десятину земли плантатор уплачивает заводу управлению неустойку в двойном размере полученных на эту недосеянную десятину авансов. За каждый уродившийся, но не сданный заводу берковец свеклы плантатор уплачивает заводу управлению неустойку в двойном размере установленной оплаты свеклы, согласно 12 пункта. Начисленную неустойку заводу управление удерживает из натур, причитающихся по окончательному расчету.

20. Причитающийся за доставленную свеклу жом должен быть забран плантатором на заводе в течение производства; если же не будет забран плантатором жом, то после производства получает кислым в половинном размере, который должен быть забран в течение одного месяца после окончания производства. Патока должна быть забрана, напр., до 1-го января. Если по истечении этих сроков жом и патока не будут забраны, то таковые остаются в пользу завода.

21. Завоуправление, по желанию плантатора, предоставляет в пользование, если это окажется возможным, сеялки и другие орудия для посева свеклы. Плантатор обязан сдать орудия заводу управлению после окончания работ в исправном виде, в противном случае стоимость потребного ремонта удерживается при выдаче ближайшего аванса.

22. Продналог не распространяется на земельные участки, занятые свеклой, и таковые исключаются из общей площади земли, находящейся в обработке плантаторов—согласно постановления СНК.

23. Все возможные возникнуть по исполнению сего договора судебные споры подлежат рассмотрению Нарсуда того участка, которому подсудны заводские территории. Разрешение споров должно в первую очередь основываться на выдаваемой плантатору из конторы завода книжке, в которую обязательно должен вноситься всякий раз отпуск семян, удобрения, сахара, патоки и другие выдачи и количество сданной свеклы.

24. Подлинный договор хранится при делах заводу управления, а засвидетельствованная заводу управлением копия договора передается взамен подлинника плантатору.

**§ 61.** Умелая организация и успешное проведение приемки того количества свеклы, которое подлежит переработке на данном заводе, обуславливают в большой мере благоприятные результаты всей кампании.

При приемке свеклы надо принять все меры к тому, чтобы точно был установлен вес всей принятой свеклы, учитывая, что таковая содержит всегда большее или меньшее количество прилегающей земли, оставшейся свекловичной гичи и проч.

Во избежание каких-либо недоразумений между приемщиком— заводом и сдающим—плантатором, необходимо установить такое число „весовых“, чтобы представлялось возможным взвесить на сотенных вазовых весах каждый воз принимаемого бурака и произвести установленную по взаимному соглашению скидку с веса бурака на землю. Практически установлено, что на одной весовой можно произвести взвешивание в течение рабочего дня (10 час.) до 2000 берк. бурака; таким образом, на заводе, перерабатывающем в сутки 4000 берк. бурака, надлежит установить 4—5 „весовых“, расположенных соответственным образом, чтобы работа одной весовой не задерживала работы другой.

Приемку свеклы следует поручать лицам опытным в этом деле и вполне добросовестным.

При приемке бурака обычно вырабатываются определенные условия, относящиеся к взвешиванию, качеству, чистоте и чистке бурака, каковые оговариваются в договоре на поставку бурака.

При приемке бурака надо отбирать средние пробы из партии принимаемого бурака и производить анализы их с целью выяснения качества бурака, т. е. сахаристости его и доброкачественности его сока.

При приемке бурака надо следить за чистотой его, так как приставшая к бураку земля является вредной примесью: во-первых, за землю приходится по весу платить столько же, сколько и за бурак; во-вторых, бурак, поступающий на переработку, должен быть предварительно вымыт от приставшей к нему земли, во избежание загрязнения ею получающегося сока, и, в третьих, земля несет с собою разного рода микроорганизмы, которые могут служить причиной порчи бурака при хранении. Для определения количества земли, находящегося при бураке, производят, в сомнительных случаях, пробное взвешивание бурака, для чего воз бурака, после предварительного взвешивания, сбрасывают на наклонную деревянную решетку, составленную из квадратных брусьев с прозорами в 1 дюйм, после чего бурак нагружают на воз и снова взвешивают.

Для суждения о том, какое количество земли, или, как принято—грязи, может оставаться на поверхности корней при копке свеклы, следует учесть целый ряд обстоятельств.

Во-первых, в зависимости от характера почвы, на которой произрастала свекла, к корням может приставать большее или меньшее количество земли и, несомненно, свекла, выросшая на черноземе, будет более грязная, чем выросшая на песке, так как частицы чернозема пристаю к корням в большем числе и держатся на них прочнее, чем частицы песка.

Во-вторых, в зависимости от состояния погоды, в которую производилась копка свеклы, и, конечно, количество земли, приставшей к корням, будет меньше при копке в сухую, чем в дождливую погоду.

В третьих, от размера и формы корней, и, разумеется, чем меньше будет вес корня, тем больше будет и его поверхность и тем больше грязи может пристать по весу корня, и наоборот; чем ровнее поверхность корня, т. е. чем меньше будет на нем углублений, конечно, меньше пристанет земли к корню.

Шрот (45) производил многочисленные наблюдения на одном сахарном заводе с целью выяснения количества земли, могущей оставаться на поверхности корня, при тех или иных условиях, причем им были получены такие данные: свекла, выросшая на песчаной

почве, содержала грязи от 0,5% до 1%, а свекла, выросшая на черноземе, имела грязи от 2% до 4%; свекла выкопанная в сухую погоду, содержала грязи от 2% до 3%, а в мокрую погоду 4%—5%; свекла, выкопанная при смежающихся оттепели и морозе, имела грязи от 5% до 15. Что касается содержания грязи в зависимости от размеров корней, то не удалось установить правильности, так как в среднем не было большой разницы в весе корней принимаемой свеклы. Таким образом, при установлении величины скидки на грязь при приемке свеклы, надо учитывать вышеизложенные факторы и вышеприведенные факты. Во всяком случае, единообразного мнения по данному вопросу быть не может, т. е. на каждом заводе должны быть установлены свои нормы скидки на грязь при приемке свеклы.

При приемке бурака также необходимо следить, чтобы вместе с бураком не попадали свекловичные листья (гиль), так как они при хранении бурака сравнительно скоро загнивают, что может вызвать порчу бурака.

Кроме того, надо обращать внимание на то, чтобы бурак не был поврежден вилами, погрызен скотом, так как пораненный бурак очень скоро портится при хранении.

Наконец, при приемке бурака надлежит следить за тем, чтобы бурак был очищен так, как это было обусловлено в договоре, т. е. головка и хвостик его были срезаны.

§ 62. Свекловичный корень, будучи извлечен из земли и лишен листьев, продолжает жить, т. е. внутри его клеточек происходят физиологические процессы, сопровождающиеся химическими реакциями, в результате которых составные части как сока, так и мякоти корня претерпевают ряд изменений. Разумеется, физиологические, а вместе с этим и химические процессы будут происходить в свекловичном корне более интенсивно, если он не будет лишен листьев. На этом факте обоснован метод Ригера копки свеклы, который отличается от обычного способа копки свеклы тем, что корни, по вынутии из земли, не лишаются листьев, а укладываются вместе с таковыми в кучи и только по истечении двух недель приступают к обычной чистке свекловичных корней, т. е. к удалению листьев и срезыванию головок. Орловский (46) производил копку свеклы по Ригеровскому способу и обычному способу, причем получил такие результаты (см. таблицу XLVI):

Таблица XLVI.

Копка свеклы по обычному способу.				Копка свеклы по Ригеровскому способу.			
Вес корня	Вриск	Сах. %	Добр.	Вес корня	Вриск	Сах. %	Добр.
253	21,6	18,67	86,6	257	23,0	20,07	87,2

Из этих данных явствуют, что накопление сахара в свекловичном корне продолжается по вынутии из земли, но при условии, если он не будет лишен листьев, т. е. процесс ассимиляции может совершаться при посредстве листьев, несмотря на то, что корень извлечен из земли.

Вопрос о процессах, происходящих в свекловичном корне при хранении его, интересовал давно многих. Посредством наблюдений было установлено, что при продолжительном лежании свекловичных

корней в условиях, обычных при хранении их, в них происходят какие-то процессы, в результате которых получается потеря веса корня, уменьшение процентного содержания сахара в нем и понижение доброкачественности сока его, даже в случае, если корни сохранились сравнительно хорошо, т. е. без явных признаков порчи их от загнивания.

Heintze (47) путем опытов установил, что при лежании свекловичных корней в них происходит физиологический процесс, который, по своему химическому характеру, аналогичен дыханию животных, т. е. сопровождается поглощением кислорода воздуха и выделением угольной кислоты, причем образуется также вода; он определил потерю корнем веса и сахара, а также количества выделившейся угольной кислоты и образовавшейся воды, в результате чего пришел к выводу, что угольная кислота и вода являются последними продуктами окисления сахара при дыхании свекловичного корня. Этот процесс, по Heintze, в количественном отношении находится в соответствии с химическим равенством:



Этот процесс сопровождается выделением тепла, каковое является источником энергии для жизненных процессов, происходящих в свекловичном корне при хранении его.

**§ 63.** Strohmér (48) повторил опыты Heintze'a, но в более совершенном виде, причем имелась в виду не только научные интересы в области физиологии свеклы, но и практические, связанные с хранением свеклы. Если процесс ассимиляции углерода, а вместе с этим и образование сахара в свекловичных корнях может происходить только при действии солнечного света, то процесс диссимиляции углерода, а вместе с этим разложение сахарозы в свекловичном корне, может происходить в отсутствии солнечного света, как то и имеет место в условиях хранения свеклы. Для опытов брались корни свеклы определенных сортов, причем головки их были тщательно обмыты антисептическим раствором, благодаря чему устранялась возможность загнивания корней в период опытов. Аппаратом для изучения дыхательного процесса свеклы служил толстостенный стеклянный цилиндр достаточной емкости, внутри которого помещался корень свеклы, и вставлялся термометр, причем цилиндр снаружи заворачивался в ткань черного цвета, сверху закрывался герметически пробкой, через отверстия в которой проходили две стеклянные трубки: по одной из них, оканчивающейся сверху цилиндра, поступал воздух, потребный для дыхательного процесса, а по другой, оканчивающейся у дна цилиндра, уходил воздух, использованный при дыхательном процессе вместе с продуктами, выделяющимися при означенном процессе. Воздух, поступающий внутрь цилиндра, где находился корень свеклы, пропускался через „У“-образные стеклянные трубки, наполненные едким калием и хлористым кальцием, причем он лишался как угольной кислоты, так и влаги. Продукты дыхания и неиспользованный воздух, уходящие из цилиндра, проходили сначала через промывательный цилиндр, наполненный в нижней части концентрированной серной кислотой, а в верхней кусками хлористого кальция, где они лишались влаги, затем они пропускались через кали-аппарат, предварительно точно взвешенный, в котором происходило полное поглощение угольной кислоты. Вес корня определялся до и

после опыта, а равно и содержание в нем сахара, с какою целью корень просверливался сверлом, причем оставшееся отверстие затыкалось стерилизованной ватой. Опыты производились при разных температурах и в различные промежутки времени, при этом каждый из них разделялся на несколько периодов с тем, чтобы возможно было производить взвешивание выделившейся угольной кисл. Для контроля продукты дыхательного процесса и избыточный воздух, прошедшие через кали-аппарат, т. е. лишенные угольной кисл., пропускались также через стеклянную трубку, наполненную окисью меди и помещенную в раскаленную печь, дабы убедиться, что в продуктах дыхания свеклы не содержится никаких других, кроме угольной кисл., углеродсодержащих соединений.

Из многочисленных опытов, произведенных Strohmeyer'ом, ниже приводятся результаты одного из них и при том в сокращенном виде (см. табл. XLVII):

Таблица XLVII.

Сорт свеклы	I	II	III
Продолжительность опыта в часах	694	694	694
Температура во время опыта °C	15—20	15—20	15—20
Вес корня до опыта в гр. . . . .	356,1	351,6	361,2
Вес корня после опыта гр. . . . .	347,3	341,3	352,6
Потеря веса корня в гр. . . . .	8,8	10,3	8,6
Содержание сахара в корне до опыта гр.	58,47	61,78	76,04
Содержание сахара в корне после опыта гр. . . . .	51,19	46,21	65,02
Потеря сахара в гр. . . . .	7,28	15,57	5,02
Угольной кислоты гр. . . . .	6,2049	10,7524	4,5480
Потеря сахара при процессе дыхания .	4,01	6,93	2,95
Потеря сахара при других процессах .	3,26	8,64	2,07
Из 100 в. ч. сахара в свекле потеряно при дыхании . . . . .	6,9	11,3	4,2
Из 100 в. ч. сахара в свекле потеряно при др. процессах . . . . .	5,6	13,9	3,0

Что касается изменений составных частей свекловичного корня, происходящих при этих опытах, то для суждения о них приводятся результаты химического анализа корней до и после опыта (см. табл. LVIII):

Таблица LVIII.

Сорт свеклы	В 100 в. ч. сухих веществ					
	I		II		III	
	до опыта	после опыта	до опыта	после опыта	до опыта	после опыта
Велка . . . . .	3,95	4,15	4,60	5,02	3,52	3,63
Нобелков. азотист. веществ	4,15	4,35	2,14	2,33	1,83	1,89
Жиры . . . . .	0,16	0,17	0,24	0,26	0,18	0,19
Сахара . . . . .	67,24	61,73	73,09	53,57	74,27	71,17
Безазот. экстр. веществ	16,33	11,91	12,30	24,59	13,91	15,74
Клетчатки . . . . .	5,95	6,24	6,06	6,60	5,43	5,60
Золы . . . . .	2,22	2,35	1,57	1,72	1,73	1,78
Сахара в свекле % . . . . .	16,42	11,74	17,57	13,54	19,39	18,44

На основании результатов этих опытов исследователь пришел к целому ряду выводов.

Во-первых, количество получающейся угольной кислоты гораздо больше, чем то должно быть согласно химическому равенству, характеризующему процесс дыхания свекловичного корня; отсюда следует, что при хранении свеклы происходит разложение сахара не только благодаря процессу дыхания, но и вследствие других процессов, напр., из 100 в. ч. в свекле было потеряно сахара:

вследствие процесса дыхания в. ч. . . . .	6,9	11,3	4,2
вследствие других процессов в. ч. . . . .	5,6	13,9	3,0

Во-вторых, интенсивность процесса дыхания, а вместе с этим потеря сахара свекловичным корнем возрастают с повышением температуры, и наоборот. Напр., каждые 100 килогр. свеклы теряли в течение 24 часов сахара:

при 0°С	от 2,30 гр. до 3,18 гр.
" 5°С	" 10,35 " " 18,59 "
" 10°С	" 23,01 " " 20,62 "

В случае замерзания свекловичного корня процесс дыхания, а вместе с этим потеря сахара, прекращаются. При температуре до — 1°С свекловичные корни довольно продолжительное время не подвергаются замерзанию, причем процесс дыхания их не прекращается, а совершается весьма слабо, вместе с этим происходит очень малая убыль сахара в них.

В третьих, предположение, что процесс дыхания становится более интенсивным с повышенном сахаристости свекловичного корня, не нашло опытного подтверждения, напр.:

Сахара в свекле ‰ . . . . .	16,42	19,39
Потеря сахара в ‰ от дыхания . . . . .	6,9	4,2
Потеря сахара в ‰ от др. процессов . . . . .	5,6	3,0

Вообще та или иная интенсивность дыхания свекловичных корней в значительной мере зависит от их индивидуальных особенностей.

В четвертых, свекловичные корни с срезанными головками теряют больше сахара при дыхании, чем таковые с цельными головками. Напр.:

Потеря сахара в ‰:			
головки цельные . . . . .	26,0	24,5	30,0
головки срезанные . . . . .	40,0	38,5	33,0

В пятых, из сравнения составных частей свекловичных корней до и после опытов, явствует, что процессы, происходящие в них, следует отнести, главным образом, за счет сахара.

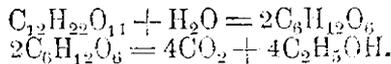
§ 64. Высшие животные организмы могут жить только в атмосфере воздуха, кислород которого им необходим для дыхания и в отсутствии его они погибают очень скоро. Высшие растительные организмы при некоторых условиях могут существовать без кислорода сравнительно долго. Что касается низших растительных организмов, к числу которых следует отнести грибы и бактерии, то для них такое существование без кислорода является вполне нормальным. При нахождении высших растительных организмов в состоянии покоя, характеризующегося приостановкой роста и пр., отсутствие

свободного кислорода допустимо, причем внутри их происходит жизненный процесс, обеспечение которого надлежащим материалом и тепловой энергией происходит за счет окисления углеродосодержащих органических веществ, причем кислород не заимствуется растением извне; такого рода процесс по своему характеру аналогичен дыханию, но только без участия кислорода воздуха, т. е. является процессом анаэробным и как таковой принято называть— „интермолекулярным дыханием“. Stoklasa, Jelinek, Vitek (49) изучали опытным путем процесс интермолекулярного дыхания свекловичных корней в условиях, аналогичных опытам Strohmger'a, но с той разницей, что вместо воздуха внутрь цилиндра с свекловичным корнем пропускался водород; результаты, полученные названными исследователями, оказались таковы (см. табл. XLIX):

Таблица XLIX.

Нормальное дыхание.		Интермолекулярное дыхание.	
Температура °С.	Угльной кисл. в миллигр. на 1 килогр. в 1 час.	Температура °С.	Угльной кисл. в миллигр. на 1 килогр. в 1 час.
1—3	11,5	1—3	5,5
18—20	28,7	18—20	18,7
30—3	54,7	30—32	24,4

Из этих данных очевидно, что при интермолекулярном дыхании свекловичного корня выделяется угльной кисл. почти половинное количество, по сравнению с количеством се, выделяющимся при нормальном дыхании свекловичного корня. Названные исследователи констатировали при интермолекулярном дыхании свекловичного корня выделение угльной кисл. и образование этилового спирта; таким образом, этот анаэробный обмен веществ в свекловичном корне аналогичен с алкогольным брожением, происходящим в сахарном растворе под влиянием жизнедеятельности дрожжей. Предполагают, что внутри клеточек свекловичного корня заключается неорганизованный фермент, т. е. энзима—инвертаза, под влиянием которой сахар, находящийся в свекловичном соке, гидролизруется с образованием глюкозы и фруктозы, а эти последние при воздействии другой энзимы—цимазы, также заключающейся внутри клеточек свекловичного корня, разлагаются с выделением угльной кисл. и с образованием этилового спирта. Химизм обоих процессов может быть выражен равенствами:



Итак, при хранении свеклы в ней происходят два процесса, сопровождающиеся потерей сахара, выделением угльной кисл., образованием воды и спирта.

Те же исследователи опытным путем констатировали, что интенсивность дыхания свекловичных корней зависит от стадии развития их, т. е. от степени зрелости их, причем наибольшая интенсивность дыхания присуща незрелой свекле, а наименьшая зрелой. Напр., 1 килогр. корня (25 суток вегетации) выделил в 1 час 440 миллигр. CO<sub>2</sub>. 1 килогр. (50 суток вегетации) выделил в 1 час 198 миллигр. CO<sub>2</sub>. 1 килогр. корня (75 суток вегетации) выделил в 1 час 48 миллигр. CO<sub>2</sub>.

Те же исследователи констатировали, что интенсивность дыхания различных частей свекловичного корня неодинакова, а именно:

- 1 кглогр. головки выделил в 1 час 41,7 миллигр.  $\text{CO}_2$
- 1 „ средней части выделил в 1 час 28,6 миллигр.  $\text{CO}_2$
- 1 „ хвостика выделил в 1 час 25,4 миллигр.  $\text{CO}_2$ .

§ 65. Базируясь на результатах вышеуказанных опытов, приходим к целому ряду выводов, которые должны лечь в основу рационального способа хранения свеклы. Свекловичный корень есть живой организм, а потому при хранении в нем происходят физиологические процессы характера дыхания, из которых одни совершаются в присутствии кислорода (аэробное дыхание), а другие в отсутствии его (анаэробное дыхание), но тот и другой из них сопровождаются разложением сахара, причем конечными продуктами являются углекислотная кислота, вода и этиловый спирт. Оба процесса являются нормальными, а потому остановить их без умерщвления свекловичного корня представляется невозможным; тот и другой процессы могут происходить с большей или меньшей интенсивностью, а вместе с этим будут сопровождаться большей или меньшей потерей сахара, что в значительной мере зависит от температурных условий, а именно, чем будет ниже та температура, при которой сохраняется свекла, тем слабее будет интенсивность обоих процессов, а вместе с этим меньше сахара будет разлагаться. Свекла, выросшая при тех или иных условиях в отношении погоды, почвы, обработки, семян, будет сохраняться при одинаковых условиях различно, так как интенсивность обоих указанных процессов зависит, несомненно, от индивидуальных особенностей свекловичных корней. Вне сомнения, свекла созревшая будет сохраняться при одинаковых условиях лучше, чем свекла незревшая.

§ 66. В настоящее время применяют при хранении свеклы такой способ, при котором она укладывается на поверхности земли в виде невысоких куч той или иной ширины и длины, бока которых прикрываются слоем земли, а верх слоем соломы; такого рода кучи со свеклой именуются *буртами* или *кагатами*.

Существуют два способа хранения свеклы в *малых* и *больших буртах*.

В первом случае свекла укладывается в бурты, имеющие в основании от 3-х до 4-х метров и в высоту от 1,5 до 2-х метров, причем длина буртов может быть разная в зависимости от емкости бурта, каковая колеблется от 1000 до 3000 берк. свеклы. Во втором случае свекла укладывается в бурты высотой над поверхностью земли около 1,5 метра; что касается длины и ширины бурта, то они находятся в зависимости от емкости бурта, каковая колеблется в весьма широких пределах от 10.000 берковц. до 100.000 берк. свеклы.

В настоящее время имеют применение оба способа хранения свеклы, но второй из них пользуется большим распространением, чем первый. До сих пор существуют сторонники и противники каждого из этих способов хранения свеклы.

Едва ли требуются особые доказательства к тому, что умелое хранение свеклы, гарантирующее наименьшую потерю сахаристости свеклы и наименьшее понижение доброкачественности ее сока, исключаящее замораживание и загнивание свеклы, оправдывает затраты и труды, направленные к достижению этой цели. Переработка плохо

сохранившейся свеклы, напр., мерзлой или гнилой, вызывает затруднения в работе на различных станциях завода, сопровождающиеся уменьшением суточной производительности завода, увеличением расхода топлива, рабочих рук и обуславливает большие потери сахара в отбросах, а вместе с этим малые выходы сахара из свеклы и при том нередко плохого качества. Прежде, когда кампании на заводах были сравнительно продолжительные, перерабатываемая свекла была относительно низкого качества, т. е. малокультурна, благодаря чему риск заморозить и сгноить свеклу был велик, а вместе с этим возникали большие затруднения при хранении свеклы, для устранения которых приходилось применять более дорогие способы хранения свеклы, как обеспечивающее успех. В настоящее время дело в этом отношении обстоит иначе: производство на заводах сравнительно непродолжительное, перерабатываемая свекла относительно более высокого качества, т. е. более культурна.

§ 67. Тот участок земли, на котором предположено хранить свеклу, т. е. буртовый плац, должен быть расположен удобно на территории завода, иметь надлежащих размеров площадь и быть соответственным образом подготовлен.

При выборе местоположения буртового плаца приходится руководствоваться тем, чтобы он был относительно близок к бурачной заводе, чем сокращается расход на подвозку свеклы к последней, но вместе с этим он не должен стеснять заводской двор, где приходится укладывать также топливо и известняк (или мел); тесный заводской двор является весьма неудобным, особенно при приемке и укладке свеклы.

Что касается размеров буртового плаца, то они, конечно, зависят от количества свеклы, которые на нем предположено укладывать на хранение. Обычно из всего количества свеклы, подлежащей переработке на данном заводе в течение производства, приходится хранить в буртах около  $\frac{2}{3}$ , так как остальная  $\frac{1}{3}$  всего количества свеклы поступает с поля непосредственно на завод на переработку, будучи выгружаема в бурачную. Таким образом, на заводе, перерабатывающем в сутки 4000 берк. (12-п.) свеклы, и при условии продолжительности производства около 3-х месяцев, приходится сохранять в буртах около 250.000 берк. свеклы. В случае хранения свеклы в малых буртах установлено, что на 1 десятине возможно уложить около 10.000 берк. свеклы, т. е. в данном случае потребовался бы буртовой плац около 25 десятин; в случае хранения свеклы в больших буртах установлено, что на 1 десятине возможно уложить 25.000 берк. свеклы, т. е. в данном случае потребовался бы буртовой плац около 10 десятин.

Что касается подготовки буртового плаца к укладке на нем свеклы, то необходимо озаботиться, чтобы он был по возможности очищен от сорных трав и от остатков ранее хранившейся на нем свеклы, чем устраняется в значительной мере опасность заражения свеклы всякого рода гнилостными микроорганизмами. Вот почему, рекомендуется каждую весну плац вспахать и засеять каким-нибудь зерновым злаком (напр., овсом) и отнюдь не корнеплодом (напр., картофелем). Конечно, после уборки зерновых злаков останутся в земле часть стеблей и корней их, которые также подвергнутся разложению, но эти процессы будут обуславливаться, несомненно, микроорганизмами другого характера, чем те, которые обуславливают загнивание свеклы;

в результате верхний слой буртового плаца будет как бы оздоровлен, благодаря чему хранение на нем свеклы может быть произведено с меньшим риском порчи свеклы.

Разумеется, если на буртовом плацу окажутся большие неровности, то их следует выравнить, чем достигается удобство подвозки свеклы к буртам и отвозки ее из них в завод, а также устраняется возможность накопления дождевой воды в углублениях и вместе с этим проникание ее в толщу некоторых буртов.

§ 68. Укладку свеклы в малый бурт обычно производят одновременно с двух сторон и вдоль его. По укладке свеклы в бурт таковой прикрывается с боков слоем соломы толщиной около 4-х вершков и слоем земли сначала около 2-х вершков, затем, в зависимости от температуры наружного воздуха и температуры свеклы внутри бурта, слой земли с боков бурта постепенно увеличивается и доводится до 4-х вершков и, наконец, с приближением сильных морозов этот слой земли увеличивают до 6-ти вершков; земля для укрывки бурта берется около последнего, благодаря чему вокруг бурта получается канава, которая служит для стока дождевой воды; сверху бурт укрывают только одною соломою, слоем толщиной около 6 вершков и шириною около 12 вершков, каковой в морозы следует увеличить в толщину до 12 вершков и уменьшить в ширину до 6 вершков. Расход соломы при таком способе хранения свеклы нередко превышает 0,75% по в. свеклы. Укладку свеклы в большой бурт обычно производят сначала с средней продольной линии бурта, а затем приваливают свеклу одновременно с двух сторон его. То, что уложено свеклы в бурт за день, закрывают сверху слоем соломы толщиной не менее 2-х вершков, а с боков, куда предстоит приваливать свеклу на следующий день, укрывают также соломою, но лучше соломенными матами, во избежание затруднений уборки соломы и возможности оставления части ее в свекле. Когда укладка свеклы в бурт будет закончена, тогда он с боков прикрывается слоем соломы толщиной около 4-х вершков и засыпается слоем земли около 4-х вершков. По мере понижения температуры наружного воздуха и температуры свеклы внутри бурта, слой соломы на поверхности бурта постепенно утончается до 6 вершков, а в сильные морозы его приходится доводить до 12 вершков, причем используется солома, служившая для укрывания буртов, из которых свекла была забрана уже в завод. Расход соломы при таком способе хранения свеклы не превышает 0,75% по в. свеклы, т.е. он таков же, как и при хранении свеклы в малых буртах; это объясняется тем, что поверхность больших буртов, по сравнению таковой малых буртов, при одинаковых количествах лежащей в них свеклы, меньше почти в 3 раза. Затрата рабочих рук на укрывку и раскрывку буртов будет меньше почти в два раза, в случае хранения свеклы в больших буртах по сравнению с малыми буртами, потому что слой земли в первом случае гораздо меньше, чем во втором.

§ 69. В настоящее время обнаружено, что при хранении свеклы в буртах нет необходимости устраивать, так наз., вентиляционные каналы, при посредстве которых было бы возможно удалить из буртов теплый, влажный воздух, потому что таковой сравнительно хорошо удаляется через верхний соломенный покров буртов, и, особенно, если последние будут большие, а не малые. Указание на то, что в случае укладки в бурты свеклы, выкопанной и свежей в дождливую погоду,

таковая довольно скоро подвергается порче, имеет осевание, но при условии хранения свеклы в малых буртах и притом чрезмерно и несвоевременно укрытых. Отсюда явствует, что при современном способе хранения свеклы в больших буртах устройство в них вентиляционных каналов надо признать не только излишним, но даже вредным: усиленная вентиляция бурта со свеклою сопровождается более усиленным испарением свеклой влаги, а вместе с этим потерю ее веса и увяданием ее, и обуславливает более интенсивный процесс дыхания свеклы, а вместе с этим значительную потерю ею сахара, понижением доброкачественности ее сока.

§ 70. Неоспоримо, что самым важным условием для успешного хранения свеклы в буртах должно быть соблюдение внутри последних пониженной температуры. Как известно, все биологические процессы, которые совершаются в свекле, как нормальные—дыхание, так и патологические—гниение, сопровождающиеся потерей сахара и понижением доброкачественности сока, протекают тем медленнее, чем ниже температура и около 0° они почти прекращаются. Температура атмосферного воздуха осенью и зимою в южно-русском свекловичном районе отличается резким колебанием и потому надлежащее регулирование температуры свеклы внутри бурта является весьма существенным условием успешного хранения свеклы. Для суждения о температуре свеклы в буртах внутрь последних вставляются термометры, показаниями которых руководствуются для применения соответствующих и своевременных мер к устранению возможности как согревания, так и замерзания свеклы в буртах. Для означенной цели изготавливаются термометры специального устройства в деревянной оправе, достаточной длины, снабженные железным острым наконечником; но возможно пользоваться термометрами обычного устройства, которые вставляются внутрь деревянных труб, причем каждая из них сбита из 4-х тонких досок с просверленными круглыми дырами, имеет длину, равную высоте бурта; такая труба устанавливается на землю вертикально и засыпается кругом свеклой; сверху труба затыкается войлочной пробкой, к которой на проволоке привешивается термометр. Для успешности наблюдения за температурой свеклы в буртах необходимо иметь достаточное число термометров; напр., в малых буртах по 1 термометру на каждые 1000 берк. свеклы и в больших буртах на каждые 3000 берк. свеклы. Перед употреблением термометров необходимо сверить их с проверенными термометрами. Наблюдение за показаниями термометров в буртах, а также за температурой наружного воздуха производится два раза в день (утром после восхода солнца и вечером перед заходом солнца) и записывается в особую тетрадь; такого рода наблюдения следует поручать лицу, могущему выполнить их весьма добросовестно.

§ 71. В начале хранения свеклы в буртах, когда бывают сравнительно теплые осенние дни, все старания должны быть направлены к тому, чтобы возможно понизить температуру свеклы внутри бурта, чем достигается не только замедление нормальных процессов, происходящих в свекле, но и ненормальных процессов, происходящих в ней и вызываемых жизнедеятельностью разного рода микроорганизмов.

При хранении свеклы в больших буртах это достигается тем, что соломенное покрытие сверху бурта оставляется на день, а на

ночь оно снимается, т. е. сгребается в кучи или гряды на самом бурте; таким образом, днем солома предохраняет свеклу от согревания теплым наружным воздухом и солнечными лучами, а ночью свекла соприкасается с холодным наружным воздухом и отчасти охлаждается. Такое раскрытие бурта на ночь в осеннее время не представляет особой опасности, так как в эту пору года, если и бывают ночью морозы, то они не настолько сильны, чтобы свекла могла промерзнуть сверху. Как известно, свекла начинает замерзать при  $-1^{\circ}\text{C}$ , причем промерзшая свекла при постепенном оттаивании остается без каких-либо изменений и в дальнейшем не подвергается порче. Если бы все-таки верхний слой бурака в буртах промерз, то таковой следует снять и переработать без замедления.

При хранении свеклы в малых буртах такого рода регулирования температуры свеклы не представляется возможным достигнуть, а потому только в случае теплых осенних дней и ночей, когда свекла в буртах начинает сильно нагреваться, удаляют с боков бурта в нескольких местах землю и оставляют в таком виде бурт на некоторое время; тогда с наступлением холодных ночей, наружный холодный воздух будет проникать внутрь бурта и тем самым будет достигнута понижение температуры свеклы. Когда температура свеклы в буртах понижена до  $+5^{\circ}\text{K}$ , раскрытие их на ночь прекращается, а спустя некоторое время, когда температура упадет еще ниже, тогда начинают увеличивать слой соломы сверху бурта, доводя его постепенно до 6-ти вершков, а в случае сильных морозов до 12-ти вершков, причем каждый раз прекращают увеличение соломенного покрова, как только прекращается понижение температуры свеклы в буртах. Большая масса свеклы, уложенная в большом бурте, естественно чрезвычайно инертна по отношению к температурным изменениям, т. е. она медленно охлаждается, а именно, температура внутри бурта понижается на  $0,25^{\circ}$  в сутки и только в случае больших морозов она начинает падать на  $0,5^{\circ}$  в сутки. При наличии запасов соломы вблизи буртов, всегда возможно своевременно укрыть их достаточным образом.

Регулирование температуры свеклы в малом бурте при понижении температуры наружного воздуха достигается, главным образом, утолщением земляного покрова с боков бурта. Необходимо учесть, что сравнительно малая масса свеклы, уложенной в малый бурт, будет чувствительна к температурным изменениям, т. е. она быстро охлаждается в сильные морозы, но при наличии земли вблизи буртов всегда возможно укрыть их должным образом. Наиболее благоприятной температурой свеклы при хранении в малых буртах надо признать  $3^{\circ}\text{P}$ , а в больших буртах около  $2^{\circ}\text{P}$ , так как в период сильных морозов свекла скорее может промерзнуть в первых, чем во вторых, и во избежание чего надо, чтобы в ней был запас тепла больший в первом случае, чем во втором.

**§ 72.** При хранении свеклы, безразлично в малых или больших буртах, она подвержена изменениям, выражающимся убылью веса, потерей сахара, понижением доброкачественности сока. Во-первых, при хранении свеклы она теряет воду путем испарения, что сопровождается убылью веса свеклы, при этом увеличивается сахаристость ее, но что не отражается ни на абсолютном количестве сахара в свекле, ни на качестве сока ее; но при этом свекла становится вялой, в каковом состоянии она легко подвержена порче, так как обладает

меньшей сопротивляемостью к воздействию микроорганизмов. Необходимо учесть, что свекла также способна поглощать воду, что сопровождается прибылью веса свеклы, при этом уменьшается сахаристость ее, но что не отражается ни на абсолютном количестве сахара в свекле, ни на качестве сока ее. Разумеется, такое увеличение веса свеклы происходит в случае попадания атмосферной влаги (в виде дождя, снега) внутрь бурта, причем это будет иметь место в большей мере при хранении свеклы в больших буртах, чем в малых. Как нормальное явление, следует признать, что свекла при хранении убывает в весе, как вследствие потери ею влаги, так и от других причин.

Во-вторых, при хранении свеклы в ней протекает вполне нормальный процесс—дыхание, как в присутствии кислорода воздуха, так и отсутствии его, каковое сопровождается разложением сахара с выделением угольной кисл. и образованием в первом случае—воды, во втором случае—спирта. Этот процесс влечет за собою убыль веса свеклы, уменьшение сахаристости ее и понижение доброкачественности ее сока. Убыль веса свеклы происходит потому, что образовавшаяся угольная кисл. улетучивается, вода и спирт испаряются. Уменьшение сахаристости свеклы происходит благодаря разложению сахара, а понижение доброкачественности ее сока объясняется тем, что содержащийся в соке сахар разрушается с образованием несахаров, а находящиеся в свекле нерастворимые несахара отчасти превращаются в растворимые, т. е. содержание сахара в соке будет убывать, а количество несахара в нем будет увеличиваться, п, т. о., доброкачественность сока понизится.

Процесс дыхания свеклы внешне выражается, как увядание, потому что интенсивное выделение газов, образовавшихся при разложении сахара, влечет за собою энергичное удаление из свеклы влаги, а вместе с этим уменьшается напряжение ткани свеклы, т. е. она становится вялой.

Несомненно, чем больше кислорода воздуха будет поглощаться через толщу свеклы в бурте, т. е., чем энергичнее будет вентиляция бурта, тем интенсивнее будет протекать процесс дыхания свеклы, а вместе с этим будет наблюдаться большая потеря сахара ею.

Бесспорно, чем выше будет температура внутри бурта, тем интенсивнее будет происходить процесс дыхания свеклы, а вместе с этим будет наблюдаться большая потеря сахара ею.

В третьих, при весьма продолжительном хранении свеклы в буртах в ней возможен особый процесс, именуемый метаморфозом: свекла готовится к весне, а потому находящиеся в корне ее запасные вещества, из которых главное—сахар, претерпевают ряд изменений. в результате чего подготавливается материал для построения новых тканей и органов. Этот процесс сопровождается разложением сахара с образованием несахара, в результате чего уменьшается сахаристость свеклы и понижается доброкачественность ее сока. Метаморфоз свеклы, как явление нормальное, вытекающее из самой природы растения-корнеплода, зависит от степени культурности свеклы и весьма трудно поддается регулированию. Путем культуры свеклы возможно достигнуть того, что наступление процесса-метаморфоза свеклы будет происходить в такой период, когда обычно производство уже кончается, напр., в январе месяце. Замечено, что свекла, выросшая на болотистой почве, на огородных землях, без удобрения и т. п. анткуль-

турных условиях, отличается весьма малой стойкостью при хранении ее в буртах, что объясняется преждевременным возникновением в ней процесса-метаморфоза, и доказательством чего может служить тот факт, что такая свекла нередко на второй месяц пребывания в буртах дает уже ростки. Процесс метаморфоза свеклы замедляется при пониженной температуре в буртах и при отсутствии чрезмерной вентиляции их. Во избежание порчи таковой свеклы, она должна быть заблаговременно переработана.

В четвертых, при хранении свеклы в буртах она подвергается порче, выражающейся потерей сахара ею и накоплением в ней сахара, которая вызывается жизнедеятельностью разного рода микробных организмов и преимущественно грибов. Эти грибы относятся к разряду сапрофитов, т. е. таких, которые поражают организмы мертвые или ослабленные живые. Таким состоянием для свеклы является ее вялость. В виду этого порча свеклы начинается с таких частей корней, которые, благодаря тонкости своей, напр., хвостика, прежде всего увядают, или же с таких частей корней, которые, благодаря поранению или отрезу, лишены естественного защитительного покрова (эпидермы). Очагами заразы свеклы служат приставшая к корням земля, оставшаяся между корнями гичь, увядшие длинные хвостики, пораненные вилами или зубами скота корни.

Меры, могущие предохранить свеклу от порчи при хранении ее в буртах, будут таковы: возможно тщательная очистка свеклы от земли и от гичи, правильная чистка свеклы, как в отношении срезывания головок, так и, особенно, хвостиков. Принимая во внимание, что жизнедеятельность грибов и пр. микроорганизмов в значительной мере зависит от температуры среды, следует хранить свеклу в буртах всти при надлежаще пониженной температуре.

§ 13. Итак, при приемке свеклы, подлежащей хранению в буртах, необходимо обращать особое внимание на то, чтобы она была без грязи, гичи, без повреждений скотом, вилами, так как такая свекла при нахождении в кагатах и особенно в теплую пору осень очень скоро подвергается порче—загниванию под влиянием жизнедеятельности особого грибка.

В буртах заражение грибом проявляется появлением в пустотах между корнями белых, пушистых, нежных, подобно паутине, клочьев плесени; последняя занимает обычно не сплошные пространства, а включена рассеянными по всей толще бурта гнездами. На корнях, в местах среза плесневый валет утолщается в виде белой, иногда чуть сероватой пленки. Если такой корень разрезать по длине, то в местах, покрытых плесенью, он оказывается побуревшим. Чаще всего, конечно, побурение начинается с головки корня, но также оно оказывается и с боков его в тех местах, где при копке или укладке были сделаны поранения корня. Загнивание распространяется в корне постепенно от окружности к центру; отдельные пятна побурения сливаются и в конце концов весь корень оказывается пораженным гнилью.

Если пораженный гнилью корень разрезать и, прикрыв осторожно бумагой, оставить при комнатной температуре, то через 3 дня побуревшее пятно покроется темно-оливковой и мажущей плесенью; последняя состоит из грибных нитей, несущих на концах многочисленные разветвления, развивающие на концах целые гроздья спор. В этой стадии плодоношения грибок носит название *Botrytis cinerea* Pers. Споры этого грибка неживучи, перезимовать не могут; но

сама грибница, замирающая зимой, при наступлении весны, т. е. при наличии влаги и тепла, может снова производить споры и, таким образом, размножаться. Необходимо учитывать при хранении свеклы в буртах, что тепло и влага весьма благоприятствуют развитию означенного грибка, а вместе с этим и порчи свеклы.

Жизнедеятельность названного грибка выражается в том, что под влиянием его происходит в корне разложение сахара с образованием инвертного сахара и продуктов кислотного характера. Напр., Цевадовский (50) производил анализ сока почерневших корней, т. е. пораженных указанным грибком, причем получил такие результаты: брисе = 17, сах. = 0,70%, несах = 16,3%, кислотность 100 к. с. сока = 11 к. с. норм. раствора KOH; при качественном испытании обнаружено присутствие в соке весьма значительного количества инвертного сахара.

Тот же исследователь констатировал в одну из кампаний на одном из сахарных заводов, что поражение свеклы названным грибком достигало 10% общего веса ее.

Меры борьбы с распространением этого грибка в буртах свеклы могут быть только предупредительного характера, так как свекла заражается или в поле при укладке в кучи, или же в самых буртах, если плац его был заражен тем же грибком.

Вот почему, весной буртовый плац должен быть вспахан, боронован и засеян каким-либо яровым хлебом. Необходимо внимательно следить за появлением гнили в буртах и стремиться ускорить переработку свеклы, подверженной загниванию. Кроме того, надо избегать чрезмерного согревания свеклы в буртах, принимая для того соответствующие меры. Нередко наблюдается, что свекла, полученная с различных полей, подвергается неодинаковой порче при хранении в буртах, а потому весьма желательно при укладке в бурты не смешивать той и другой свеклы.

**§ 74.** При хранении свеклы в буртах в холодный период производства надо всемерно стремиться к тому, чтобы предохранить свеклу от замораживания, потому что такая свекла, в случае оттаивания и дальнейшего нахождения в буртах подвергается сильной порче. Объясняется это тем, что при промерзании свеклы она умерщвляется, как живой организм, а вместе с этим утрачивается ее сопротивляемость по отношению к воздействию всякого рода микроорганизмов в результате чего в соке свеклы возникают бактериологические процессы, сопровождающиеся разложением сахара и образованием несахара. Как известно, при замерзании свекловичного корня, образование кристаллов льда наблюдается сначала в межклеточных пространствах и только при дальнейшем понижении температуры, напр., до  $-12^{\circ}\text{C}$ , можно иногда заметить кристаллы льда внутри свекловичных клеток. Разумеется, при образовании кристаллов льда и их росте в межклеточных пространствах, последние расширяются, и тогда, конечно, отдельные клетки отделяются друг от друга, но при этом не замечается, чтобы стенки их разрывались. Таким образом, общераспространенное мнение, что при замерзании свеклы сок замораживает внутри свекловичных клеток, благодаря чему происходит разрыв стенок их—надо признать неправильным. Вследствие ограниченного содержания воды в межклеточных пространствах, дальнейший рост образовавшихся в них кристаллов льда остановится возможен только при условии притока воды из ближайших мест; прежде всего в этом процессе принимает участие, так наз., имbibционная вода,

находящаяся в стенках клеток, за нею следует имбибиционная вода протоплазмы и, наконец, вода клеточного сока; вся эта вода просачивается через стенки клеток. Эта отдача воды происходит не только в тех клетках, которые непосредственно прилегают к ледяным кристаллам, но также и из клеток, находящихся в значительном от них удалении. Благодаря этому процессу, происходит рост кристаллов льда, что влечет за собою раз'единение прилегающих к ним клеток, и, кроме того, сок внутри клеток становится более концентрированным.

Потеря протоплазменной воды при замерзании свекловичного корня вызывает изменения строения этого вещества, а вместе с этим и изменение его физических свойств; но с последними между тем связаны эндосмотические качества, необходимые для жизнедеятельности протоплазмы, и, значит, всего растения. Таким образом, оказывается, что смерть корня от замерзания зависит от уничтожения, путем воздействия низкой температуры, всего организованного строения протоплазмы.

Следует заметить, что промерзание свекловичного корня, сопровождающееся образованием кристаллов льда между его клеточек, не всегда влечет за собою гибель корня и таковая наступает только в случае, если отдача воды клеточками была столь велика или внезапна, что за этим фактически последовало разрушение строения протоплазмы; но при этом также имеют значение индивидуальные особенности свекловичного корня. Такие свекловичные корни, у которых замерзание не повлекло за собою столь большого отнятия воды от клеточек, при какомто происходит разрушение строения протоплазмы, могут быть еще предохранены от смерти путем согревания; но при этом, однако, надо поступать очень осторожно, так как быстрое согревание может скорее способствовать, а не препятствовать разрушению протоплазмы. Отсюда следует, что замерзшие, а не промерзшие, свекловичные корни возможно предохранить от гибели, если их постепенно оттаивать. При сравнении свекловичных корней замороженных, но оттаявших сразу и постепенно, оказывается, что в первом случае они довольно скоро чернеют и загнивают, а во втором случае они довольно долго остаются белыми и здоровыми.

Таким образом, свекловичные корни, если не были охлаждены ниже  $-1^{\circ}\text{C}$ , не замерзают и не промерзают и могут оставаться целыми продолжительное время. Даже замерзшие корни, если действие на них мороза не проникло глубоко внутрь их, могут, при постепенном и медленном оттаивании, приобрести свой нормальный вид и оставаться без изменения при хранении.

При оттаивании свекловичного корня, в нем будут происходить разнообразные энзиматические процессы и в результате каковых будет изменяться химический состав как сока, так и мякоти корня.

При повторном замораживании и оттаивании свекловичного корня наблюдается возрастание кислотности сока и уменьшение веса мякоти его; значит, при данных условиях в свекловичном корне образуются химические соединения кислотного характера и, очевидно, главным образом, за счет вещества мякоти его; много вероятного, некоторые из этих образовавшихся соединений принадлежат к группе пектиновых веществ, так как содержание пентозанов в свекле несколько увеличивается после повторного замораживания и оттаивания ее. Strohmeyer и Stift (51) произвели целый ряд опытов в указанном направлении, результаты которых, в извлечении, приводятся ниже (см. табл. I):

Таблица I.

	до	после	до	после	до	после
	замораживания.		замораживания.		замораживания.	
Сахара % . . . . .	65,16	65,80	73,91	72,23	71,90	73,04
Инвертного сахара % . . . . .	4,27	3,59	0	0	0	0
Пентозан % . . . . .	6,79	7,31	7,79	8,04	7,06	7,70
Клетчатки сыр. . . . .	5,80	4,85	5,14	4,64	6,55	4,83
Экстрактивн. вещ. % . . . . .	10,74	11,24	6,73	8,99	8,35	7,05
Воды. . . . .	2,48	2,19	2,51	2,54	2,52	2,74
Кислотность сока в в. с. Дюп. и. Нордв. . . . .	51,3	104,5	87	142,3	72,1	96,9

Примечание. Для большей определенности результаты анализов были пересчитаны на 100 в. ч. сухих веществ свеклы.

Что касается изменения веса мякоти свеклы до замораживания и после оттаивания ее, то названные исследователи приводят по сему такие опытные данные (см. табл. II):

Таблица II.

Мякоти в свекле %.			
до	после	до	после
замораживания.		замораживания.	
6,02	5,23	6,21	5,23

На основании результатов своих опытов, названные исследователи приходят к нижеследующему выводу: при постепенном замораживании и при таковом же оттаивании свеклы не замечается ни разложения сахара, ни образования инвертного сахара, а наблюдается образование растворимых кислотных продуктов за счет составных частей мякоти, благодаря чему понижается доброкачественность сока.

Необходимо заметить, что при повторном замораживании и оттаивании свекловичного корня в нем могут образоваться и накапливаться не только правовращающие растворимые негликоновые вещества, но и левовращающие. Напр., Strohmer и Fallad'a (52) анализировали пробу свеклы, подвергавшуюся такого рода процессам, и получили такие результаты (см. табл. III).

Таблица III.

Сахара по прямой поляризации . . . . .	15,35
Сахара по инверсионной поляризации . . . . .	15,26
Разница . . . . .	0,09

Затруднения, замечаемые в заводе при переработке замерзшей и оттаявшей свеклы, главным образом, возникают при фильтрации сатурационного сока через фильтр-прессы и при варке сиропа в вакуум-аппаратах по причинам, которые будут указаны ниже.

§ 75. Итак, при хранении свеклы в буртах приходится учитывать четыре процесса, протекающие в свекле, а именно: испарение влаги,дыхание, метаморфоз, гниение. Разумеется, при хранении свеклы надо принимать все меры к тому, чтобы эти процессы проте-

1) Эти числа кислотности сока относятся к другим пробам свеклы.

жали с возможно меньшей потерей сахара и с наименьшим понижением доброкачественности ее сока, а процесс гниения совершенно отсутствовал бы. При рассмотрении условий хранения свеклы в больших и малых буртах приходим к такому заключению.

В виду того, что большие бурты имеют по весу свеклы меньшую наружную поверхность, чем малые, испарение влаги из свеклы должно проходить в них в сухую погоду менее энергично, чем в малых буртах. Благодаря тому, что малые бурты имеют сбоку два крутых ската, а большие бурты имеют сверху горизонтальную поверхность, в мокрую погоду большее количество атмосферных осадков проникает внутрь больших, чем малых буртов. В результате, при заборе свеклы из большого бурта, она оказывается настолько сочной, что при падении на землю ломается, тогда как свекла, одновременно уложенная в малый бурт, при заборе из последнего оказывается значительно привядшей.

Вследствие указанных соотношений наружных поверхностей по весу свеклы в больших и малых буртах, вполне возможен более интенсивный обмен воздуха в малых буртах, чем в больших, в итоге чего процесс дыхания свеклы будет протекать более энергично в первых, чем во вторых. При наличии в большом бурте больших масс свеклы, по сравнению с малыми, температура в нем остается более постоянной при колебаниях температуры наружного воздуха, чем в малом бурте, что обуславливает меньшую возможность чрезмерного согревания или охлаждения свеклы в большом бурте, а вместе с этим вероятно увядания или замерзания свеклы в нем; но при этом вполне возможно, что метаморфоз свеклы будет наблюдаться несколько сильнее в больших, чем в малых буртах, так как при продолжительном хранении свеклы в холодный период производства температура внутри больших буртов будет более повышенная, чем в малых.

Порча свеклы, происходящая от воздействия на нее разного рода микроорганизмов, обычно наблюдается несравненно меньшая при хранении свеклы в больших буртах, чем в малых. Объясняется это тем, что, во-первых, свекла меньше увядает, т. е. ткани ее остаются более напряженными, а это препятствует, напр., плесневым грибкам поражать свеклу.

**§ 76.** При укладке свеклы в бурт надо руководствоваться следующими основными правилами.

Во-первых, свекла должна подразделяться по степеням устойчивости ее при хранении. Как известно, такого рода устойчивость в культурной свекле выработана через многие поколения и развивается через селекцию. Метаморфоз в этой свекле, когда она готовится ко второму вегетационному периоду, начинается только в январе, т. е. когда в большинстве случаев производство бывает уже окончено. Однако, даже между культурной свеклой бывает различие в устойчивости при хранении в зависимости от состава почвы, характера удобрения и проч., а потому весьма желательно, при укладке свеклы в бурты, разделять ее по экономным, районам, из которых она доставляется. Свеклу менее культурную, как это бывает в крестьянском хозяйстве, т. е. выросшую на неудобных землях, без удобрения и проч., отличающуюся меньшей сахаристостью и меньшей доброкачественностью, лучше всего не укладывать в бурты, а брать прямо с поля в завод, а когда это оказывается невозможным, тогда надлежит такую свеклу укладывать в отдельные бурты с тем, чтобы забрать ее в завод при первой возможности.

Во-вторых, свекла должна быть достаточно чиста и подлежащим образом очищена. Наиболее вредной примесью в свекле надо признать листья свеклы (ботва, гичь), которыми обычно прикрывают свеклу после копки в кучах, чтобы предохранить ее от высухания и замерзания. При укладке свеклы на возы попадает вместе с нею большее или меньшее количество и гичи, которую следует при укладке свеклы в бурты выбирать в ручную. Гичь весьма скоро в буртах увядает, загнивает и, таким образом, является очагом заразы для свеклы.

При очистке свеклы необходимо следить, чтобы головки были срезаны надлежащим образом, т. е. удалены с нее листовые почки („глазки“), так как при хранении, и особенно продолжительном хранении свеклы, может начаться развитие этих почек в листья, иначе — начнется прорастание, которое сопровождается уменьшением содержания сахара и понижением доброкачественности сока его.

Что касается хвостиков, то чрезмерно тонкие из них, напр., менее 5-ти мм. диаметра, обычно обламываются при укладке свеклы и загнивают, а если не обламываются, то они довольно скоро вянут и загнивают. Таким образом, является вполне обоснованным требование, чтобы хвостики срезались при чистке свеклы на толщину не менее 10 мм.

Земля, пристающая к поверхности корней, как содержащая зародыши разного рода организмов, являющихся вредителями свеклы, может служить очагом заразы, а потому надо требовать, чтобы при копке свеклы земля возможно тщательнее отряхивалась от корней.

§ 77. Для того, чтобы судить о том, какие изменения претерпевает свекла при хранении в буртах, приводим результаты исследования Карлсона (53), произведенных им на одном русском сахарном заводе при хранении свеклы в больших буртах (см. табл. LIII).

Таблица LIII.

	1899—1900	1900—1901	1901—1902
Кампания сахароварения . . . . .	1899—1900	1900—1901	1901—1902
Начало приемки и укладки свеклы . .	3 сент.	3 сент.	3 сент.
Конец . . . . .	6 окт.	14 окт.	20 окт.
Конец производства и хранения свеклы	23 января	3 декабря	3 декабря
Продолжительность производства дней	141	90	90
Количество принятой и переработанной свеклы берк. . . . .	361,901	222,058	247,793
Среднее качество свеклы при приемке.			
Бриксы сока . . . . .	18,33	22,80	20,26
Сахара в соке % . . . . .	15,59	19,11	17,13
Доброкачественность сока . . . . .	85,9	83,9	84,5
Среднее качество свеклы при переработке:			
Бриксы сока . . . . .	18,17	22,51	19,86
Сахара в соке % . . . . .	15,32	18,78	16,56
Доброкачественность сока . . . . .	84,30	83,30	83,30
Температура воздуха °R:			
в сентябре . . . . .	+ 6,8	+ 4,8	+ 8,0
„ октябре . . . . .	+ 3,3	+ 2,6	+ 0,9
„ ноябре . . . . .	— 2,9	— 1,25	— 2,0
„ декабре . . . . .	— 9,4	—	—
„ январе . . . . .	— 5,7	—	—

Температура свеклы в буртах °R:			
в сентябре . . . . .	+8,2	+8,8	+10,4
„ октябре . . . . .	+5,2	+7,2	+2,4
„ ноябре . . . . .	+4,7	+2,2	+2,5
„ декабре . . . . .	+2,3	—	—
„ январе . . . . .	+1,2	—	—

Из этих данных явствует, что при умелом хранении свеклы в больших буртах потеря сахара по в. свеклы и понижение доброкачественности сока ее могут быть весьма незначительными.

Предположив, что содержание сока в свекле (соковый коэффициент) было в среднем 90%, и, произведя соответствующий пересчет, получим (см. табл. LIV):

Таблица LIV.

Сахара в свекле %	1899—1900	1900—1901	1901—1902
	В начале хранения. . . . .	14,93	17,23
В конце „ . . . . .	13,73	16,90	14,90
Разница. . . . .	0,24	0,33	0,52

Таким образом, по Карисону, потеря сахара в свекле при хранении ее в больших буртах, не превышает за 100 суток 0,5% по в. свеклы. Что касается убыли веса свеклы при хранении ее в больших буртах, по данным того же исследователя, она не превышает за 100 суток 1,5% по в. свеклы.

§ 78. Claassen (54) производил наблюдение за изменением веса свеклы и содержанием в ней сахара при хранении свеклы в больших и малых буртах, причем им были получены нижеследующие результаты (см. табл. LV):

Таблица LV.

Б о л ь ш о й б у р т							
Время хранения свеклы.	Свеж. свекла.	Верх.	Серединна.	Низ.	Верх.	Серединна.	Низ.
	—	82	82	82	77	77	77
Вес свеклы килогр. . . . .	100	101,0	99,5	99,1	100,7	101,0	98,6
Сахара % . . . . .	14,85	13,7	14,4	14,6	14,10	14,15	13,85
Инвертн. сах. % . . . . .	0,16	0,20	0,24	0,18	0,22	0,26	0,24
Потеря веса % . . . . .	—	-1,0	-0,5	-0,9	-0,7	+1,0	-1,4
Потеря сахара:							
Кажущаяся . . . . .	—	1,15	0,45	0,35	0,80	0,75	1,05
Действительная. . . . .	—	1,01	0,52	0,53	0,70	0,61	1,24
В сутки . . . . .	—	0,012	0,006	0,007	0,009	0,008	0,016
Температура °C. . . . .	—	4,7	4,6	4,9	3,2	3,6	4,1

М а л ы й б у р т.						
	Свеж. свек-ла.	Верх.	Сере-дина.	Низ.	Сбоку внизу.	Сбоку средние
Время хранения дней.	—	80	80	80	80	80
Вес свеклы килогр. . . . .	160	99,0	94,8	94,3	96,4	99,0
Сахара % . . . . .	14,85	12,45	14,0	14,3	14,35	14,0
Инвертн. сах. % . . . . .	0,16	0,26	0,25	0,23	0,22	0,25
Потеря веса. . . . .	—	-1,0	-5,2	-5,7	-3,6	-1,0
Потеря сахара:						
Кажущаяся. . . . .	—	2,40	0,85	0,55	0,50	0,85
Действительная . . . . .	—	2,52	1,58	1,37	1,02	0,99
В сутки . . . . .	—	0,031	0,020	0,017	0,013	0,012
Температура °С. . . . .	—	9,4	9,4	10,3	—	5,6

При сравнении полученных результатов хранения свеклы в большом и малом бурте возможно прийти к заключению, что потеря веса свеклы в первом случае будет меньшая, чем во втором, а равно и сахара в свекле, а именно: потеря веса свеклы в большом бурте составляла за 80 суток—0,5%, а сахара—0,5%, и в малом бурте потеря веса свеклы за тот же период была 5%, а потеря сахара 1,5%. К сожалению, температура внутри малого бурта была чрезмерно высокая, что затрудняет сделать окончательный вывод, но вследствие большой естественной вентиляции малого бурта, по сравнению с большим, в первом должны протекать более интенсивно процессы высыхания и дыхания свеклы, чем во втором.

Кроме того, на основании данных тех же опытов возможно прийти к нижеследующим выводам.

В случае сырой погоды вес свеклы немного увеличивается, а в случае сухой погоды он немного уменьшается. Потеря веса свеклы тем значительнее, чем выше температура внутри бурта. Вентиляция свеклы в буртах обуславливает, в зависимости от интенсивности ее, большую или меньшую потерю веса свеклы. Величина потери веса свеклы в буртах находится также в зависимости от состояния погоды во время копки свеклы. Величина потери сахара в свекле тем большая, чем выше температура в буртах, чем интенсивнее вентиляция буртов и чем суше погода.

§ 79. Левинский (55) производил наблюдения с целью выяснения изменений, которым свекла подвергается в буртах при хранении, причем он поступал следующим образом: свекла в бурте свежая, взятая с одной плантации в количестве 1724 пуд., укладывалась в бурт высотой 2 арш., шириною 4 и длиною 18 арш.; бурт был весьма тщательно прикрыт и в нем поддерживалась надлежащая температура и надлежащая вентиляция. По истечении каждого месяца вся свекла, заключавшаяся в бурте, подвергалась взвешиванию, причем были получены такие данные (см. табл. LVI):

Таблица LVI.

Д а т а.	15 IX.	15 X.	15 XI.	12 XII.
Вес свеклы пуд. . . . .	1720	1682	1583,5	1525,75
Убыль веса в пуд. свеклы	—	42,0	140,5	198,25
Убыль веса свеклы в %.	—	2,43	8,15	11,5

Пробы свеклы брали из бурта в указанные сроки и подвергали анализу, причем были получены такие данные (см. табл. LVII и LVIIa).

Таблица LVII.

Д а т а.	Сахара в свекле. %	Бриксы сока.	Сахара в соке %	Несахары в соке %	Доброкач. сока.
15/ix	17,1	22,0	18,83	3,17	85,5
15/x	17,0	21,8	18,59	3,21	85,2
15/xi	15,4	20,2	18,05	3,15	84,4
12/xii	14,6	19,4	16,25	3,15	83,7

Таблица LVIIa.

Д а т а.	15 сент.	15 октября.	15 ноября.	12 декабря.
Сахара в свекле % . . . . .	17,1	17,0	15,4	14,6
Убыль сахара в свекле в % по в. сахара в ней (с учетом потери веса свеклы) . . . . .	—	3	17	42

Примечание. Погода была сухая, теплая с 15 сентября по 15 ноября, причем мороз был в конце октября в течение нескольких дней; погода с 15 ноября по 12 декабря была сухая, холодная, причем мороз был сильный и продолжительный.

Несомненно, свекла при хранении подверглась замораживанию и оттаиванию, что повлекло за собою порчу ее, чем и следует объяснить столь неблагоприятные результаты хранения свеклы.

§ 80. Fridl (56) производил наблюдения, с целью выяснения изменений свеклы при хранении в буртах, причем он получил такие данные (см. табл. LVIII).

Таблица LVIII.

Д а т а.	Вес 100 корней свеклы килограмм.	Бриксы.	Сах. %.	Добр.	Общ. N %.	Вредн. %.	Инвертн. сах. %.
18 ноября . . . . .	28,3	22,3	19,25	86,3	0,247	0,134	0,065
29 " . . . . .	29,2	22,3	19,35	86,8	0,254	0,146	—
9 декабря . . . . .	28,0	22,2	18,95	85,4	0,251	0,139	—
20 " . . . . .	29,7	21,2	18,30	86,3	—	—	—
4 января . . . . .	30,7	21,5	18,50	86,1	0,252	0,138	—
17 " . . . . .	28,0	21,8	18,60	85,3	0,248	0,138	—
25 " . . . . .	28,9	21,5	18,20	84,5	0,253	0,141	0,16
9 февраля . . . . .	26,7	20,2	17,1	84,6	0,247	0,138	0,31
9 марта . . . . .	29,0	—	15,7	—	0,300	0,144	0,70
12 апреля . . . . .	38,0	—	13,9	—	0,243	0,165	0,77

Из этих данных явствует, что значительное изменение состава свеклы при хранении ее в буртах наблюдается, начиная с февраля месяца, причем оно весьма сильно прогрессирует в марте и, особенно, в апреле месяце, как то и должно быть в связи с проявлением метаморфоза.

§ 81. Pellet (57) констатировал, что содержание инвертного сахара в диффузионном соке возрастает от начала до конца кампании

и может быть от 0,75% до 1,5% по в. сахара в соке. При весьма продолжительной кампании содержание инвертного сахара в диффузионном соке может быть до 3,5% по в. сахара в соке. В случае загнивания свеклы в буртах в диффузионном соке может быть инвертного сахара от 10% до 15% по в. сахара в соке.

При продолжительном производстве, как это было нередко на многих сахарных заводах в дореволюционное время, приходилось обращать самое серьезное внимание на хранение свеклы в буртах, но при этом все-таки постоянно наблюдалось, что качество перерабатываемой свеклы ухудшалось к концу производства, как то и подтверждается нижеследующими данными (см. табл. LIX), приводимыми Толпыгинным (58):

Таблица LIX.

Заводы.	А.		Т.		И.		К.	
	Сах.	Добр.	Сах.	Добр.	Сах.	Добр.	Сах.	Добр.
Сент.—окт. . . . .	20,6	86,0	18,7	87	21	88	20,2	89,0
Ноябрь . . . . .	18,7	85	18,5	87	20,9	87	20,4	87,0
Декабрь . . . . .	18,4	82	18,8	86	20,5	87	19,1	85,6
Январь . . . . .	17,6	85	17,1	84	19,7	87	18,2	85,5
Февраль . . . . .	16,3	83	15,7	80	19,2	84	17,7	82,5

§ 82. Сахар распределяется в различных частях свекловичного корня весьма неравномерно, что необходимо учитывать при определении процентного содержания сахара в свекле в целях оценки свеклы, как сырья производства, так и для высадок на семена. Из многих исследований относительно „топографии“ сахара в свекловичном корне наибольшего внимания заслуживает таковое, произведенное Schubartom (59). Он просверливал свекловичный корень в разных направлениях, а именно: перпендикулярно, наклонно и параллельно оси корня сверху вниз. Мязга, полученная из различных буровых скважин, подвергалась анализу с целью определения в ней содержания сахара, причем были получены такие результаты (см. табл. LX):

Таблица LX.

Перпендикулярно оси корня сверху вниз.		По оси корня сверху вниз.		Параллельно оси корня сверху вниз.	
№ пробы.	Сахара %.	№ пробы.	Сахара %.	№ пробы.	Сахара %.
1	17,95	1	11,8	1	16,3
2	18,27	2	15,5	2	17,2
3	18,57	3	16,5	3	17,6
4	18,80	4	17,2	4	17,8
5	19,05	5	17,5		
6	18,71	6	17,3		
7	18,15	7	16,8		
8	17,90	8	15,7		
9	17,30	9	15,1		
10	17,05	10	14,6		
11	16,50				
12	16,00				

Из этих данных явствует, что процентное содержание сахара в свекловичном корне увеличивается от головки к середине корня, и уменьшается от таковой до хвоста; кроме того, процентное содержание сахара в сердцевинной части свекловичного корня меньше, чем в боковых частях его. На основании тех же данных возможно наметить зоны равного процентного содержания сахара, а именно: они образуют, так сказать, поверхности конусов, вложенных один в другой, в верхней части корня эти конусы обращены вершиной вниз, основанием вверх, в нижней части корня—наоборот; в одном месте, примерно, в средней зоне равного содержания сахара—вершины конусов сходятся.

§ 83. Уместно заметить, что не только сахар, но и несахар распределяется в различных частях свекловичного корня неравномерно, благодаря чему доброкачественность сока в различных частях корня будет неодинакова, как то и подтверждается результатами исследования Fioderer'a и Herke (60), которые просверливали свекловичный корень по оси его, из полученной мязи приготавливали дигестивный сок, который и анализировали, определяя в нем количества сухих веществ и процентное содержание сахара, причем получили такие данные (см. табл. LXI):

Таблица LXI.

№ пробы.	Сух. вещ. %	Сахара %	Доброкач.
1	14,6	11,20	76,7
2	17,6	13,25	86,7
3	18,3	16,60	90,7
4	18,7	16,75	89,5
5	18,3	15,75	89,3
6	18,5	13,45	85,4
7	18,1	16,02	88,5
8	17,3	15,22	85,5
9	17,5	14,90	85,1
10	17,3	14,10	81,5

Из этих данных явствует, что доброкачественность сока в свекловичном корне повышается от головки к середине корня, и уменьшается от таковой до хвоста, причем наибольшего значения она достигает приблизительно по середине корня.

§ 84. Одним из отличительных признаков культурной сахарной свеклы является средний вес ее корня, который не превышает 0,5 килогр. Из наблюдений в практике было замечено, что свекла тем больше содержит сахара и тем выше доброкачественность ее сока, чем меньше средний вес ее корня. Herke (61) отбирал свекловичные корни разного веса, поступавшие в переработку на одном сахарном заводе, подвергал их анализу, причем получил такие результаты (см. табл. LXII):

Таблица LXII.

Средн. вес корня в гр.	1320	1030	558	267
Вр. сока . . . . .	18,3	18,4	17,5	19,3
Сахара в соке % . . . . .	13,65	16,05	15,0	13,45
Доброкач. сока . . . . .	84,0	86,5	88,5	93,2
Общ. N <sup>o</sup> . . . . .	0,435	0,388	0,361	0,372
Вредн. N <sup>o</sup> % . . . . .	0,174	0,128	0,109	0,080
Золы % . . . . .	1,026	1,090	0,820	1,056

Из этих данных явствует, что средний вес корня, в некотором отношении, может служить критерием качества свеклы. Как известно, свекла, выросшая на болотистой или огородной почве, отличается крупными размерами и большим весом корня, и обычно она бывает мало сахаристая и обладает соком низкой доброкачественности.

§ 85. Одним из отличительных признаков культурной сахарной свеклы является зависимость между сахаристостью ее и доброкачественностью ее сока. Из наблюдений в практике было замечено, что свекла обладает тем высшей доброкачественностью сока, чем она более сахариста, и наоборот. Wohryzek (62) производил многочисленные анализы свеклы, поступавшей в переработку на разные сахарные заводы, причем получил такие результаты (см. табл. LXIII):

Таблица LXIII.

Свекла сах. %	Сок доброк.
10,3	79,7
12,0	81,5
13,5	85,4
14,5	86,4
15,5	88,2
16,9	87,3
17,0	88,8
17,2	89,7

§ 86. Как известно, свекловичный корень может быть подразделен на три части: головку (коронку), собственно корень и хвостик. Должно заметить, что это подразделение свекловичного корня на три части носит слишком субъективный характер и два лица почти никогда не укажут одинаково—где кончается головка или где начинается хвостик. В настоящее время считают целесообразным принимать в завод только собственно корень; что касается головок и хвостиков, то они должны быть срезаны еще в поле при копке свеклы. Существуют нормы чистки свеклы, обусловливаемые договором завода с поставщиками, а именно: головка должна быть срезана на плоскость или на конус, но так, чтобы отсутствовали кожица и глазки, не говоря уже об основании черенков листьев, а хвостики должны быть срезаны так, чтобы диаметр оставшегося конца корня был не менее 1 сантиметра. Такое требование имеет свои резонные основания. Во-первых, головки содержат в соке, по сравнению с собственно корнем, меньше сахара и больше несахара, причем последний в условиях очистки сока трудно удаляется и таким образом служит причиной получения большего количества корковой патоки, а, значит, обуславливает собою большую потерю сахара в производстве; кроме того, сока, полученные из головок, отличаются сильной окраской, трудно фильтруются на фильтрпрессах, тяжело варятся в вакуум-аппаратах и т. д.; кроме того, в случае оставшихся на поверхности головок глазков, они способны проростать при хранении свеклы в буртах и особенно при наличии в них повышенной температуры и излишней влаги. Во-вторых, хвостики содержат в соке, по сравнению с собственно корнем, также меньше сахара и больше несахара, а в случае оставления их целиком, или сравнительно длинных и толстых, они способны при хранении свеклы в буртах довольно скоро вянуть, а в таком виде они отличаются малой стойкостью по отноше-

нию к микроорганизмам, вызывающим загнивание свеклы, что, конечно, сопровождается потерей сахара в свекле и понижением доброкачественности сока ее. Таковы причины, побуждающие при уборке свеклы чистить последнюю, отсекая одним ударом ножа—головку, а другим—хвостик. Уместно заметить, что вышеизложенное мнение о худших качествах головки и хвостика, по сравнению с корнем, установилось давным-давно, когда свекла, как по сахаристости, так и доброкачественности сока была низкопробна.

Для суждения о распределении сахара и несахаров в различных частях свеклы, приводим результаты анализов таковых (см. табл. LXIV), произведенных Urban'ом (63):

Таблица LXIV.

Составные части в %	Головка 12%	Корень 64%	Хвостик 24%
Сухих веществ . . . . .	22,34	22,54	21,68
Сахара . . . . .	15,80	17,50	15,80
Несахара . . . . .	6,54	5,24	5,88
Воды . . . . .	0,462	0,379	0,353
Органич. несахара . . . . .	5,078	4,261	5,497
Общ. азота . . . . .	0,173	0,185	0,094
Белков. азота . . . . .	0,103	0,064	0,057
Аммиач. и амидн. азота . . . . .	0,012	0,008	0,004
Битанн. азота . . . . .	0,030	0,022	0,023
Вреди. азота . . . . .	0,038	0,033	0,033
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,169	0,148	0,136
H <sub>2</sub> SO . . . . .	0,059	0,033	0,0256
MgO . . . . .	0,040	0,035	0,033
CaO . . . . .	0,092	0,062	0,056
(Fe, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,007	0,008	0,018
P <sub>2</sub> O . . . . .	0,057	0,058	0,058
SO <sub>2</sub> . . . . .	0,029	0,028	0,030
Cl . . . . .	0,016	0,007	0,006

Из этих данных явствует, что существенное различие в составе головки, корня и хвостика относится к содержанию сахара; что кажется количества несахара, то таковое больше в головке и хвостике, по сравнению с корнем, но не настолько, чтобы признать эти части свекловичного корня непригодным сырьем производства. Правда, приводимые данные относятся к частному случаю, когда головка составляла 12% по в. корня, а хвостик 24% по в. всего корня.

§ 87. Едва ли подлежит сомнению то, что одного простого констатирования низкой доброкачественности сока головок и хвостиков, по сравнению с доброкачественностью сока корня, недостаточно, чтобы признать непригодными для целей производства головок и хвостиков. Важно знать качество несахара в означенных частях корня, и, если таковой несахар легко может быть удален, при очистке сока, то они могут быть использованы, как сырье производства. Если сравнить результаты анализов головок и хвостиков современной свеклы с таковыми прежней свеклы, то не обнаружится никакой разницы, и, значит, сырье производства прежде равноценно отбросу производства ныне. Как вывод из сказанного, будет—для оценки различных корней свекловичного корня недостаточно довольствоваться данными анализов соков головок и хвостиков, а необходимо эти сока подвергнуть примерной очистке известью и угольной кислотой, в условиях, аналогичных дефекации и сатурации. Такого рода опыты были произ-

ведены Зуевым и Мутти (64), причем ими были получены ниже-  
зледующие результаты (см. табл. LXV):

Таблица LXV.

Составные части		Головки 5,34%	Корня	Головки 4,85%	Корня
Сырое веще- ство	Воды . . . . .	72,30	71,59	70,79	69,97
	Сухих веществ . . . . .	27,39	28,41	29,21	30,03
	Сахара . . . . .	17,50	20,30	26,70	21,10
	Несахара . . . . .	10,29	8,11	12,51	8,93
	Зелы . . . . .	1,07	0,99	1,32	0,85
	Орг. несахара . . . . .	0,13	7,12	11,19	8,08
Норм. сок	Брике . . . . .	24,0	20,0	24,1	27,0
	Сахара . . . . .	19,80	22,17	18,46	23,77
	Доброкач. . . . .	82,5	81,8	76,7	87,7
Сок I-й са- турации <sup>1)</sup>	Брике . . . . .	13,1	13,5	9,9	15,3
	Сахара . . . . .	11,20	12,35	7,22	13,45
	Доброкач. . . . .	85,5	91,70	90,2	91,5
	Эффект сатурации . . . . .	20,2	40,8	19,3	31,6
	Щелочность . . . . .	0,095	0,095	0,09	0,00
Сок II-й са- турации	Брике . . . . .	15,3	13,6	11,3	18,5
	Сахара . . . . .	13,43	15,59	9,51	17,38
	Доброкач. . . . .	87,8	93,40	84,2	93,8
	Эффект сатурации . . . . .	17,9	20,9	23,7	29,2
	Щелочность . . . . .	0,02	0,02	0,02	0,02

Из этих данных явствует, что сок головок после двойной дефе-  
кации и сатурации получается меньшей доброкачественности, чем  
сок корней, но, однако, сок головок после очистки имел доброкаче-  
ственность не ниже 81 т. е. он способен в условиях производства  
выкристаллизовать сахар.

Таким образом, в случае сахаристой и высокодоброкачественной  
свеклы и при малом урожае ее является целесообразным чистку  
свекловичных корней производить не на „плоскость“, а на „конус“,  
так как в этом случае возможно уменьшить потерю сахара при чи-  
стке свеклы и выкристаллизовать его в условиях производства.

Те же исследователи производили примерную чистку свекло-  
вичных корней на „конус“ и на „плоскость“, причем получили та-  
кие результаты (см. табл. LXVI):

Таблица LXVI.

Чистка на „конус“			Чистка на „плоскость“		
% чист- ки по в. свеклы	% сахара в чистке	% потери сахара по в. свеклы	% чист- ки по в. свеклы	% сахара в чистке	% потери сахара по в. свеклы
4,3	8,7	0,38	11,5	15,1	1,77
4,3	10,3	0,50	11,2	15,3	1,72
3,5	8,0	0,32	9,8	12,3	1,27

Примечание. Сахара в свекле было около 20%. Отсюда вид-  
но, что разница в потере сахара при том и другом способе чи-  
стки последней около 1%.

<sup>1)</sup> Нормальный сок перед дефеко-сатурацией был разбавлен водою.

§ 88. Что касается степени сохранности свеклы со срезанными головками, хвостиками, то, на основании результатов, полученных названными исследователями при пробном хранении свеклы в буртах, оказалось, что лучше всего хранится свекла, у которой совершенно не тронуты ни головки, ни хвостики. Объяснение этому факту может быть дано так: свекловичный корень, покрытый с поверхности кожичей, которая, благодаря особому строению тканей, отличается большей прочностью и служит как бы панцирем, защищающим более нежную часть корня—мякоть от воздействия микроорганизмов. Срезая головку и хвостик корня, получаем с обеих концов последнего две поверхности, смоченные соком из разрезанных клеточек, т. е. в сущности говоря, две пластинки, пропитанные питательным субстратом, пригодным для развития самых разнообразных микроорганизмов. Оказалось, что свекла, уложенная в бурт с головками и хвостиками, при вынимании из него через 4 месяца, производила впечатлительные хорошо сохранившейся и на ней не было заметно гнили, между тем, как свекла, сложенная в бурт без головок и хвостиков, при вынимании из него, через тот же промежуток времени, оказалась плохо сохранившейся, причем гниль явно распространялась от поверхностей, полученных при срезании головок и хвостиков. Обясняя, что свекла с неочищенной головкой прорастет, благодаря чему произойдет потеря сахара и понижение доброкачественности ее сока, имеет основание в случае весьма долгого хранения свеклы, напр., до марта месяца, когда в свекловичном корне происходит явления метаморфоза.

§ 89. Все высшие растения, а равно и свекла, к которым она принадлежит, состоят из множества плотно соединенных между собою клеток, которые составляют, так наз., клеточную ткань растения. Каждая клетка состоит из оболочки и содержимого. Оболочка представляет собою тонкую, эластичную, прозрачную кожичу, состоящую преимущественно из целлюлозы. Рост оболочки происходит в поперечном и продольном направлениях. В зависимости от того, какую часть растения образуют клетки, химические и физические свойства оболочек их могут быть отличны, а именно: одни из них состоят, главным образом, из целлюлозы, другие из таковой же и лигнина (одеревенелые клетки) или суберина (опробковелые клетки); первые клетки составляют внутренние части растения, а вторые и третьи клетки составляют наружные части растения. Важнейшая составная часть содержимого клетки— протоплазма. В ней происходят все жизненные процессы; но таковые прекращаются, если она по каким-либо причинам теряет воду. Протоплазма или заполняет всю клетку, или располагается слоем на оболочке ее. Протоплазма представляет собою по внешнему виду аморфное вещество и является коллоидом. Протоплазма есть физический индивидуум, а потому нельзя говорить о ее химическом составе, как таковом. На основании данных химического анализа протоплазмы, возможно констатировать, что она в главной массе состоит из белковых веществ. Кроме того, в ней находится значительное количество углеводов и жиров. Протоплазма не представляет собою однородной массы; та сторона ее, которая прилегает к клеточной оболочке, имеет тонкую, нежную кожичу— внешний кожистый слой, который становится видимым тогда, когда протоплазма теряет воду; напр., при нагреве, причем она сжимается и отделяется от клеточной оболочки, т. е. когда в клетке будет совершаться процесс, именуемый „плазмоллизмом“. Этот внешний ко-

жистый слой, играя большую жизненную роль, представляет собою полупроницаемую оболочку, т. е. через которую не могут проходить вещества, находящиеся в растворе; но в случае плазмолизма означенный кожистый слой становится проницаемым. Такой же кожистый слой, именуемый внутренним, покрывает протоплазму со стороны, обращенной во внутрь клетки, т. е. который соприкасается с клеточным соком; он также является полупроницаемым. Таким образом, вещество, которому предстоит проникнуть внутрь клетки, должно совершить следующий путь: через клеточную оболочку, через наружный кожистый слой, через толщину протоплазмы и через внутренний кожистый слой; в случае, если веществу предстоит удалиться из клетки, то оно должно пройти через упомянутые четыре среды в обратном порядке.

Во многих клетках, и особенно молодых, имеется, так наз., клеточное ядро, которое представляет собою уплотненную массу протоплазмы; оно играет выдающуюся роль в жизни клетки. В протоплазме существуют полости, именуемые вакуолями, которые заполнены жидкостью—клеточным соком, представляющим собою водный раствор неорганических и органических веществ. В зависимости от физиологических функций клеток варьируется состав клеточного сока. Наряду с протоплазмой и клеточным соком внутри клеток содержатся: зерна хлорофилла, крахмала, капли жира, кристаллы солей.

Чтобы судить о размерах клеток, надо учесть, что таковые колеблются в широких пределах в зависимости от характера клеток; напр., клетки паренхимы, в которых преимущественно заключается свекловичный сок, имеют, по измерениям Schneider'a (65), такие размеры (см. табл. LXVII):

Таблица LXVII.

Разрез.	Минимум.	Максимум.	Средний.
	В миллиметрах.		
Тангенциальный . . . . .	0,061	0,236	0,101
Радиальный . . . . .	0,050	0,191	0,087
Аксометрический . . . . .	0,041	0,114	0,063

Стенки свекловичных клеток имеют толщину от 0,00089 до 0,00143 миллимет.

§ 90. Высшие растения, а значит и свекла, представляют собою совокупность множества клеток, соединенных между собою весьма разнообразно для построения различных частей растения, выполняющих те или иные физиологические функции. Смотря по форме и строению, различают клетки: паренхимные, имеющие овальную форму и тонкие стенки, и прозенхимные, имеющие удлиненную форму и толстые стенки. Ткань, в зависимости от образующих их клеток, подразделяется на паренхимные и прозенхимные. Ткань по своему физиологическому назначению разделяется:

Покровная ткань образует кожу (эпидермис), которая покрывает наружные части растения, и тем предохраняет его от высыхания и повреждений. Она состоит из плоских клеток, плотно прилегающих друг к другу, причем наружные стенки клеток сильно утолщены и опробкованы. В коже имеются многочисленные отверстия—устьица, служащие для регулирования содержания в растении газов и воды.

Между стенками соседних клеток, особенно в углах их при смыкании имеются свободные пространства, именуемые межклеточными пространствами. В корне она образует, так наз., резервирующую ткань, т. е. в которой отлагаются в запас органические вещества, образовавшиеся в листьях и являющиеся необходимыми для дальнейшей жизни растения: напр., в корне свеклы отлагается сахар, необходимый для него во второй год роста, когда свекла дает цвет и семена.

§ 91. Что касается анатомического строения свекловичного корня, то оно почти такое же. При рассмотрении поперечного разреза корня невооруженным глазом ясно видим 6—8 беловатых колец, расположенных концентрически, причем расстояние между каждой парой колец возрастает от периферии к центру корня. При рассмотрении продольного разреза корня невооруженным глазом также ясно видны беловатые линии, идущие сверху до низу корня, причем вверху они расходятся, а внизу сходятся. Это есть ни что иное, как сосудисто-волокнистые пучки, причем наружные кольца соответствуют средним листьям, а внутренние — крайним. Промежутки между указанными кольцами, имеющие несколько темный оттенок, есть ни что иное, как основная ткань. Кроме того, ясно отмечен также наружный покров корня, т. е. корка его.

При рассмотрении разрезов свекловичного корня в микроскоп, будут видны клетки, образующие эпидермис, паренхиму и сосудисто-волокнистые пучки, имеющие те характерные отличия друг от друга, которые были указаны выше.

Некоторые утверждают, что на основании микроскопического исследования разрезов свекловичного корня возможно судить о качестве свеклы, т. е. о сахарности ее. Напр., клетки паренхимы у свеклы бедной сахаром отличаются большим размером, и неправильностью формы, слабой сопротивляемостью, а у свеклы богатой сахаром эти клетки отличаются малым размером, правильностью формы, большой сопротивляемостью. Кроме того, свекла малосахаристая отличается развитием большей части сосудисто-волокнистых пучков, а многосахаристая — наоборот. Следует заметить, что не всегда существует указанная зависимость между анатомическим строением свекловичного корня и сахаристостью его.

§ 92. Если измельчить корень свеклы на ручной или механической терке, т. е. превратить ее в мязгу, завернуть последнюю в холщевую салфетку и подвергнуть ее действием пресса высокому давлению, то через салфетку будет вытекать черная жидкость с белой пеною — свекловичный сок, а в салфетке останется твердая лепешка — свекловичная мякоть. Однако, пользуясь таким способом, невозможно отжать весь сок, так как частью он останется внутри неразрванных на терке свекловичных клеток, а частью он будет заключаться в порах лепешки мякоти.

Если производить определение процентного содержания в свекловичном корне и в отжатом соке, то, пользуясь полученными данными, возможно вычислить процент сока в свекле по формуле:  $S = \frac{z}{Z} \times 100$ , где  $z$  — процент сахара в свекле,  $Z$  — % сахара в соке ее,  $S$  — % сока в свекле; напр., при  $z = 16,2\%$ ,  $Z = 18,0\%$ ,  $S = \frac{16,2}{18} \times 100 = 90\%$ . Соковой коэффициент свеклы, определенный таким методом, колеблется от 88 до 94, и, в большинстве случаев, бывает от 90 до 92.

Учитывая, что сахар в свекле находится в растворенном виде и содержится в соке ее, то, очевидно, при прочих равных условиях, та свекла будет ценнее, как сырье производства, соковый коэффициент которой будет больше.

Необходимо учесть, что содержание сока в различных частях свекловичного корня не одинаково, напр., в головке сока меньше, чем в собственно корне, как то явствует из данных анализов (см. табл. LXVIII), произведенных Леховицером (66).

Таблица LXVIII.

	%	Сах. %	Добр.	Сока %
Головка . . .	5,0	10,87	74,6	88,3
Корень . . .	95,0	15,49	80,4	93,4
Головка . . .	8,6	11,15	76,0	89,4
Корень . . .	91,4	15,57	82,2	91,2
Головка . . .	10,3	14,02	78,6	87,4
Корень . . .	89,7	16,95	81,9	93,2
Головка . . .	12,4	14,71	80,7	91,1
Корень . . .	87,6	17,02	82,4	94,3

Иногда количество сока, получающегося прессованием свекловичной мязи, оказывается чрезмерно малым по сравнению с тем, которое могло быть, согласно данным анализа свеклы и ее сока. Это наблюдается в случае, когда свекла дает в первый год своего роста цветочный стебель, причем она характеризуется деревянистостью ткани, которая отличается большой плотностью и таковой же сопротивляемостью, что при обычном способе получения и прессования свекловичной мязи обуславливает меньший выход сока.

Несомненно, величина сокового коэффициента свеклы зависит от целого ряда факторов, напр., от степени зрелости свеклы, от условий хранения и проч.; напр., Herzfeld (67) анализировал свеклу и ее сок в разные периоды роста свеклы, причем получил такие результаты (см. табл. LXIX):

Таблица LXIX.

Не- деля	Свекла Сах. %	С о к			Сока %
		Бывке	Сах. %	Добр.	
1	10,4	15,0	12,2	81,3	85,3
8	15,2	18,1	16,5	90,6	92,1
7	12,5	16,6	14,2	85,5	88,7
1	15,4	19,2	16,7	86,9	91,1
1	12,4	15,9	13,5	84,9	91,8
8	16,7	19,4	17,8	91,7	93,8

§ 93. Если производить высушивание до постоянного веса той обессахаренной мязи, которая остается после определения количества сахара в свекле посредством спиртовой экстракции, то окажется, что количество мякоти в свекле будет колебаться от 4% до 5% по в. ее, т. е. содержание сока в свекле будет от 96% до 95% по в. ее. Такой вывод находится в прямом противоречии с вышеуказанным, и для согласования чего делают предположение, что мякоть, представляющая собою, главным образом, оболочки свекловичных клеток, обладает способностью поглощать и удерживать некоторое количе-

ство воды, которая именуется имbibционной. Из вышеприведенных данных явствует, что содержание этой воды в свекле колеблется от 4% до 5% по в. ее. Таким образом, в конечном результате возможно установить, что свекла состоит из сока, представляющего собою водный раствор сахара и разного рода нес сахаров, из мякоти, представляющей собою нерастворимые вещества, большая часть которых составляет совокупность оболочек свекловичных клеток, вещество которых тесно связано с водою.

При определении содержания мякоти в свекле пользуются способом, который был указан выше, т. е. высушивают до постоянного веса (при температуре не выше 100°C и при вакууме около 700 милл.) обессахаренную спиртом или водою свекловичную мязгу, причем получают вещество почти белого цвета, которое и представляет собою безводную свекловичную мякоть.

Содержание мякоти в свекле подвержено колебаниям, в зависимости от целого ряда факторов, напр., от степени зрелости и от сорта свеклы и проч.. Напр., Herzfeld (68) производил анализ свеклы, взятой с одного и того же участка плантации в различные периоды роста свеклы, причем получил такие результаты (см. табл. LXX):

Таблица LXX.

№- деля	Вес корня гр.	Вес листьев гр.	Сахара в свекле %	С о к			Мякоти %
				Брик	Сах. %	Добр.	
1	250	446	12,6	16,6	14,2	85,5	3,61
2	315	510	11,2	16,0	13,4	83,3	4,48
3	332	436	13,5	17,1	14,6	85,3	4,96
4	344	416	13,6	17,9	15,6	87,1	4,76
5	429	392	13,8	18,0	15,9	88,3	5,22
6	446	370	15,2	19,1	16,8	88,0	5,26
7	521	410	15,4	19,2	16,7	86,9	4,64
8	458	363	16,6	20,3	18,9	87,7	5,15

Из этих данных явствует, если не вполне, то в большой мере, что содержание мякоти в свекле возрастает по мере ее созревания. Skärblom (69) производил анализ свеклы в продолжение одной кампании, причем получил такие результаты (см. табл. LXXI):

Таблица LXXI.

Сахара %	Доброкач.	Мякоти %
15,5	86,9	3,40
14,2	87,1	3,80
16,4	88,5	4,24
17,8	88,8	4,59
16,4	89,6	4,84
18,2	87,3	5,00

Из этих данных явствует, что содержание мякоти в свекле колеблется в пределах от 3,5% до 5%, причем возможно заметить, что, с возрастанием содержания сахара в свекле, увеличивается количество мякоти в ней.

Что касается количества мякоти в ненормальной свекле, то оно мало разнится от такового в нормальной, как то явствует



харизам, так же, как и целлюлоза, потому что при воздействии на нее кислоты при нагреве получают разные углеводы, напр., глюкоза, манноза, галактоза; это указывает, что в мякоти одновременно присутствует ряд гемичеселлюлоз. Много вероятного, гемичеселлюлоза представляет собою гидратезир-ванную целлюлозу и ее эмпирическая формула состава  $(C_6H_{10}O_5)_n \cdot nH_2O$ .

В состав мякоти входят также, так наз., *пектиновые вещества*, представляющие собою по своим физическим свойствам коллоидальные вещества, а по химическим являющиеся полисахаридами, так как, при гидролизе кислотами, из них образуется углевод—арабиноза; благодаря последнему факту, пектиновые вещества относят к *пентозанам*.

Пектиновые вещества находятся в мякоти в виде нерастворимой модификации метаарабина, который, при воздействии щелочей или кислот, превращается в растворимую модификацию—арабин или параарабин. Этот процесс может также происходить под влиянием энзим. В условиях производства на диффузии большая часть пентозановых веществ остается в жоме и только меньшая часть их переходит в диффузионный сок. При хранении свеклы в буртах, под влиянием энзим, возможно превращение части пектиновых веществ из нерастворимой модификации в растворимую.

В мякоти свеклы может содержаться большее или меньшее количество древесины или, так наз., *лигнина*; в случае, когда свекла в первый год своего роста дает цвет и семена, т. е., когда она „стеблется“, тогда в мякоти ее обнаруживается сравнительно большее количество лигнина, причем таковой сообщает стенкам клеток характер древесины. Лигнин представляет собою весьма сложное химическое соединение, являющееся производным целлюлозы, имеющее оксиселлюлозой, эмпирическая формула состава которого предполагается  $C_{10}H_{22}O_6$ .

Для суждения о количестве клетчатки, пектиновых веществ, содержащихся в свекле, уместно привести результаты (см. табл. LXXII) анализа таковой, произведенного Komers'ом и Stift'ом (71):

Таблица LXXII.

Проба	1	2	3	4
Сух. веществ % . . . . .	18,88	19,49	21,32	19,91
Сахара % . . . . .	12,50	12,80	13,60	12,85
Целлюлозы % . . . . .	1,68	1,24	1,09	1,16
Пентозанов % . . . . .	1,22	1,30	1,68	1,52
Жира % . . . . .	0,66	0,19	0,13	0,15

§ 95. При оценке свеклы, как сырья производства, прежде всего учитывается количество содержащегося в ней сахара, с каковою целью надлежит отобрать возможно среднюю пробу как принимаемой, так и перерабатываемой свеклы и подвергнуть ее анализу, т. е. определить в ней процентное содержание сахара, пользуясь методом горячей водной дигестии и, в исключительных случаях, спиртовой экстракцией. Конечно, та свекла будет ценнее, которая более сахаристая. Зная процентное содержание сахара в свекле, и учитывая нормальные потери сахара в отбросах производства, а также, так наз., „неопределенные“ потери сахара в производстве, возможно вычислить то количество сахара, которое может быть получено при переработке данной свеклы в процентах по в. ее, или в фунтах на берковец свеклы. Принимая во внимание, что вышеозначенные потери сахара в произ-

водстве колеблются в пределах от 3<sup>0</sup>/<sub>10</sub> до 4<sup>0</sup>/<sub>10</sub>, т. е. в среднем составляют 3,5 по в. свеклы и, предполагая, что перерабатываемая свекла содержит 17<sup>0</sup>/<sub>10</sub> сахара, определим, что выход сахара будет:  $17 - 3,5 = 13,5\%$  по в. свеклы, или  $\frac{480 \times 13,5}{100} = 65$  фун. на 1 берковец свеклы.

Из этого примера явствует, что выход сахара из свеклы находится в прямой зависимости от сахаристости ее, если потеря сахара в свекле предполагается величиной постоянной; но этого нет в действительности.

**§ 96.** Как известно, свекловичный сок представляет собою водный раствор сахара и целого ряда химических соединений разнообразных свойств, именуемых „несахарами“. В современных условиях очищения свекловичного сока только одна треть несахара удаляется из сока, а две трети остаются в нем в измененном и неизменном виде. При выпаривании сока и уваривании сиропа получается утфель, состоящий из кристаллов сахара и межкристалльной патоки, представляющей собою насыщенный (более правильно — пересыщенный) водный раствор сахара и означенных несахаров. По отделении кристаллического сахара от межкристалльной патоки, последняя снова уваривается до густоты утфеля, после чего кристаллический сахар отделяется от межкристалльной патоки. Эта патока, представляющая собою также пересыщенный водный раствор сахара и означенных несахаров, но с большим отношением вторых к первым, чем в предыдущей патоке, отличается тем свойством, что она при дальнейшем уваривании не может быть превращена в утфель, т. е. из нее не выделяется кристаллический сахар. Эта патока именуется „меляссой“, и происхождение ее кратко объясняют так: некоторые из несахаров, содержащиеся в свекловичном соке и остающиеся в нем после его очищения, обладают способностью, по причинам физико-химического характера, увеличивать растворимость сахара в воде, а потому мелясса представляет собою такой водный раствор, в котором сахар и несахара находятся в таких количествах, что они взаимно удерживают друг друга в растворе. Отсюда явствует, что при оценке свеклы, как сырья производства, приходится обращать внимание также и на чистоту, или, что то-же — доброкачественность ее сока. Обычно состав меляссы характеризуется данными: Брикс = 85, сахара = 51<sup>0</sup>/<sub>10</sub>, несахара = 34<sup>0</sup>/<sub>10</sub>, доброкачественность = 60. На основании этих данных приходим к заключению, что 1 весовая часть несахаров, содержащихся в меляссе, удерживает в растворе, а вместе с этим от кристаллизации,  $\frac{51}{34} = 1,5$  весовых частей сахара.

Таким образом, при одинаковом содержании сахара в двух пробах свеклы, та из них будет более ценна, как сырье производства, доброкачественность сока которой будет больше. В пояснение вышеизложенного уместно привести соответствующий пример. Предположим, что при анализе двух проб свеклы были получены такие результаты (см. табл. LXXIV):

Таблица LXXIV.

Проба свеклы.	Свекла сах. %.	С о к.			
		Брикс.	Сах. %.	Несак. %.	Добр.
I	17	23,2	19,0	4,2	82
II	17	21,6	19,0	2,6	83

Допустим, что при переработке той и другой свеклы были получены диффузионные соки в количестве 110% по в. свеклы, имеющие состав (см. табл. LXXV):

Таблица LXXV.

Проба свеклы.	Брик.е.	Сах. %.	Несах. %.	Добр.
I	18,2	15,5	2,7	85
II	17,2	15,5	1,7	90

Условимся, что эффект очистки того и другого диффузионного сока выразится удалением из него 33% несахаров, а потому в первом случае будет удалено из сока  $\frac{2,7 \times 33}{100} = 0,9\%$  несахара по весу сока и остается в нем  $2,7 - 0,9 = 1,8\%$  несахара по в. его, и во втором случае будет удалено из сока  $\frac{1,7 \times 33}{100} = 0,6\%$  несахара по в. сока и остается в нем  $1,7 - 0,6 = 1,1\%$  несахара по в. его. Согласно вышеуказанному, в первом случае 1,8% несахара удержат от кристаллизации  $1,8 \times 1,5 = 2,7\%$  сахара по в. сока или  $\frac{2,7 \times 110}{100} = 3\%$  по в. свеклы, т. е. такова будет потеря сахара в меляссе, что вместе с определенными и неопределенными потерями сахара, составляющими 1% по в. свеклы, составит общую сумму потери сахара около 4% по в. свеклы, а потому выход сахара при переработке первой свеклы будет  $17 - 4 = 13\%$  по в. ее или  $\frac{13 \times 480}{100} = 62,4$  фунта на 1 берковец свеклы.

Согласно вышеуказанному, во втором случае 1,1% несахара удержат от кристаллизации  $1,1\% \times 1,5 = 1,65\%$  сахара по в. сока или  $\frac{1,65 \times 110}{100} = 1,82\%$  сахара по в. свеклы, т. е. такова будет потеря сахара в меляссе, что вместе с определенными и неопределенными потерями сахара, составляющими около 1% по в. свеклы, составит общую потерю сахара около 3% по в. свеклы, а потому выход сахара при переработке второй свеклы будет  $17 - 3 = 14\%$  по в. ее или  $\frac{14 \times 480}{100} = 67,2$  фунта на один берковец свеклы.

§ 97. При сравнении работы двух сахарных заводов за лучшую считают на том из них, на котором получается меньшая потеря сахара по в. свеклы; но, согласно вышеуказанному, величина потери сахара в меляссе находится в зависимости от качества перерабатываемой свеклы, т. е. от доброкачественности сока ее, предполагая, что процесс варки, кристаллизаций, фуговки последнего утфеля были произведены вполне правильно. Напр., при переработке первой свеклы выход сахара будет  $\frac{13 \times 100}{17} = 76,5\%$  по в. сахара в ней, и при пере-

работке второй свеклы выход сахара будет  $\frac{14 \times 100}{17} = 82,4\%$  по в. сахара в ней. Отсюда становится вполне понятным стремление при культуре свеклы, путем селекции, получить таковую не только с большим содержанием сахара, но и с малым содержанием несахара

в соке ее. Качество свеклы, перерабатываемой сахарными заводами за последние 30—40 лет непрерывно улучшалось, как в отношении сахаристости свеклы, так и доброкачественности сока ее, что следует объяснить успехами, достигнутыми селекцией свекловичных семян. Если за тот же период времени увеличился выход сахара по весу свеклы, то это надо в гораздо большей мере отнести за счет прогресса культуры свеклы, чем техники сахарного производства. В доказательство правильности высказанного выше, уместно привести статистические данные (см. табл. LXXVI), собранные Толпыгиным (72):

Таблица LXXVI.

Годы.	Норм. сок.			Выход сахара в % по в. свеклы.	Выход сахара в % по в. сах. в свекле.	Выход сахара по в. сахара на 1 центн.	Выход мелиссы % по в. свеклы.	Выход мелиссы на 1 % получ. сахара.
	Сах.	Несах.	Добр.					
1882—1883	11,70	3,12	78,95	7,67	69,73	30,68	3,56	0,464
1887—1888	12,72	3,11	80,35	9,42	76,32	36,48	3,62	0,396
1892—1893	14,68	3,09	82,06	10,67	77,32	42,68	3,74	0,330
1897—1898	14,91	3,09	82,83	10,89	77,67	43,56	3,95	0,362
1902—1903	16,04	2,98	84,33	12,04	79,84	48,16	3,54	0,298
1907—1908	19,01	3,09	86,02	14,56	81,53	58,24	3,58	0,266
1912—1913	16,09	2,96	84,55	11,70	77,38	46,80	3,53	0,302

§ 98. При анализе отжатого („нормального“) свекловичного сока содержание в нем сухих веществ определяют при посредстве ареометра Брикса, шкала которого, как известно, градуирована по чистым сахарным растворам разной концентрации. Несомненно, вследствие разницы удельных весов сахара и несахара, содержащихся в свекловичном соке, показания ареометра Брикса не будут соответствовать действительному содержанию сухих веществ, которое определяется посредством высушивания сока в смеси с песком при температуре около 100° С и при вакууме около 700 милл. до постоянного веса. Таким образом, доброкачественность нормального сока, на основании результатов поляриметрического определения содержания сахара в выжатом соке и ареометрического определения в последнем сухих веществ, является величиной не абсолютной, а относительной, вследствие чего она именуется „видимой“, в отличие от доброкачественности сока, вычисленной при условии определения сухих веществ в соке высушиванием и именуемой „истинной“.

В сущности говоря, истинная доброкачественность сока также не является абсолютной, потому что определение содержания сахара в соке поляриметрическим методом, основанном на физико-химическом свойстве сахара—вращать плоскость поляризации светового луча, неточно, так как этим свойством обладает целый ряд несахаров, содержащихся в свекловичном соке. Итак, ни истинная, ни видимая доброкачественность сока не являются точными данными в том смысле, как это принято в химическом анализе. К сказанному надо добавить, что в переработку поступает свекла, а не сок, и в условиях диффузии свекловичной резки и прессования свекловичной мязи существуют различия, обуславливающие неодинаковые результаты. Кроме того, следует заметить, что в самом процессе приготовления нормального сока, служащего исходным материалом для анализа, имеются дефекты, влекущие за собою погрешности в результатах анализа; напр., степень измельчения свеклы, величина давления

пресса, наличность в соке воздуха и т. и. В итоге, даже точное знание количества несахаров в свекловичном соке является недостаточным для целей производства, так как необходимо еще знать качества этих несахаров, которыми, в сущности говоря, и обуславливается легкость или трудность переработки свеклы. Вот почему, иногда, при анализе нормального сока получаются равные значения доброкачественности его, а между тем свекла в условиях производства перерабатывается неодинаково.

§ 99. При определении процентного содержания сахара в свекле обычно пользуются горячей водной дигестией, т. е. подвергают свекловичную мязгу продолжительному нагреванию с водою. Несомненно, при этих условиях возможен ряд химических реакций, в результате которых нерастворимые, оптически деятельные несахара, могут перейти в раствор и быть посчитаны за сахар. Strohmeyer и Fallada (73) произвели такого рода опыты, причем получили следующие результаты (см. табл. LXXVII):

Таблица LXXVII.

Время дигестии.	Температура °С.	Сахара по прямой поляриз.	Сахара по инверсионной поляризации.	Разница
2 ч.	50	22,16	22,44	- 0,34
2 ч.	70	23,80	22,67	+ 1,13
30 м.	100	26,00	22,08	+ 3,92

Из этих данных явствует, что с повышением температуры и увеличением продолжительности нагрева свекловичной мязки с водою, количество переходящих в раствор оптически деятельных несахаров увеличивается.

Такая разница в определении сахара в свекле посредством прямой и инверсионной поляризации наблюдается весьма нередко при переработке свеклы, выросшей в холодное, сырое лето. В этом случае, во избежание каких-либо недоразумений с химико-техническим учетом производства, надлежит производить определение процентного содержания сахара в свекле посредством спиртовой экстракции. Те же исследователи производили определение количества сахара в свекле, выросшей при вышеуказанных ненормальных условиях, причем получили такие результаты (см. табл. LXXVIII):

Таблица LXXVIII.

Способ анализа.	Сахара в свекле %
Горячая водная дигестия . . . . .	21,20
Спиртовая экстракция . . . . .	20,00
Разница . . . . .	1,20

§ 100. Что касается анализа нормального сока, с целью нахождения величины его доброкачественности, то в виду принципиальной разницы в методах определения содержания в нем сухих веществ,

должна получаться разница между величиною истинной и видимой доброкачественности нормального сока и притом всегда вторая будет меньше первой, так как количество сухих веществ, определенное при посредстве ареометра Брикса, будет больше, чем определенное посредством высушивания. В подтверждение правильности выказанного возможно сослаться на данные (см. табл. LXXIX, полученные Hertzfeld'ом (74), при анализе сырого сока:

Таблица LXXIX.

Сах. ‰	Брикс.	Сух. вещ. ‰	Добр. видим.	Добр. истин.	Разница
12,27	13,9	13,34	88,3	91,9	3,6
12,27	13,9	13,41	88,3	91,5	3,2
12,20	13,86	13,28	88,0	92,0	4,0
12,18	13,80	13,24	88,5	91,5	3,0
11,25	12,75	12,51	88,4	90,2	1,8

§ 101. Нередко высказывают мнение, что количество „вредного“ азота в свекле находится в определенном соотношении с величиной доброкачественности ее сока, а именно: оно уменьшается с увеличением последней, и наоборот. С целью выяснения, насколько основательно означенное мнение, Friedel (75) произвел анализы многочисленных проб свеклы, определяя величину доброкачественности дистиллированного сока и количество „вредного“ азота в нем, причем получил такие результаты (см. табл. LXXX):

Таблица LXXX.

Доброкач. сока.	Вредного азота в соке ‰.
80	0,120
82	0,100
84	0,080
86	0,080
88	0,070
90	0,064

Вот почему, при оценке свеклы, как сырья производства, не следует упускать из виду, что свекла, обладающая сравнительно низкой доброкачественностью сока, содержит большее количество „вредных“ азотистых несахаров, которые на диффузии, дефекации, сатурации не могут быть удалены, а потому, проходя через все стадии производства, обуславливают те или иные ненормальности в работе завода. Кроме того, надо учитывать, что азотистые несахара, заключающие в своем составе „вредный“ азот, являются положительными патокообразователями, и особенно при повышенной температуре, в результате выход мелясы, а вместе с этим и потеря сахара в ней, будут находиться в зависимости от большего или меньшего содержания в свекле „вредного“ азота. Отсюда возникли попытки предложить особую формулу, могущую служить для вычисления того выхода мелясы, который должен получиться при переработке свеклы, содержащей определенное количество „вредного“ азота. Andrlík (76) исходит из предположения, что 1 в. часть „вредного“ азота задерживает кристаллизацию 25 в. частей сахара, а из

100 в. частей „вредного“ азота, находящихся в свекле, переходит в меляссу до 90 в. ч., а потому он предлагает с указанной целью следующую формулу:

$$M = \frac{(\% \text{ „вредного“ азота в свекле}) \times 0,9 \times 25 \times 100}{\% \text{ сахара в меляссе.}}$$

Заранее можно предвидеть, что эта формула будет пригодна только для приблизительных вычислений, так как наличие равных количеств „вредного“ азота в двух пробах свеклы еще не доказывает одинаковых качеств содержащихся в них азотистых несахаров, заключающих в своем составе „вредный“ азот; если производить анализы меляссы на одном и том-же сахарном заводе и в течение разных кампаний, то нетрудно убедиться, на основании полученных результатов, что 1 в. ч. „вредного“ азота задерживает кристаллизацию от 20 в. ч. до 30 в. ч. сахара.

Таким образом, определение содержания „вредного“ азота в свекле может представлять некоторый интерес для оценки свеклы, как сырья производства. С этой целью был предложен упрощенный метод определения азота в свекле, так наз. калориметрический.

§ 102. Кроме понятия о доброкачественности свекловичного сока при оценке свеклы, как сырья производства, предложен для той же цели ряд других понятий, из которых должно указать на нижеследующие:

*Зольный коэффициент*, выражающий число в. ч. золы, приходящихся на 100 в. ч. сахара в соке; он высчитывается по формуле:

$$A = \frac{100 \times a}{Z}, \text{ где } a - \% \text{ золы, } Z - \% \text{ сахара; напр., } a = 0,8, Z = 16$$

$$\text{и } A = \frac{100 \times 0,8}{16} = 5.$$

*Соляной коэффициент*, выражающий число в.ч. сахара, приходящегося на 1 в. ч. золы; он высчитывается по формуле:

$$S = \frac{Z}{a}, \text{ где } Z - \% \text{ сахара, } a - \% \text{ золы; напр., } a = 0,8, Z = 16$$

$$\text{и } S = \frac{16}{0,8} = 20.$$

*Органический коэффициент*, выражающий число в.ч. сахара, приходящегося на 1 в. ч. орг. несахара; он высчитывается по формуле:

$$Q = \frac{Z}{o},$$

где  $Z - \% \text{ сахара, } o - \% \text{ орг. несахара;}$

$$\text{напр., } Z = 16, o = 2 \text{ и } Q = \frac{16}{2} = 8.$$

Наконец, было предложено понятие о *коэффициенте недоброкачественности* сока, который выражает собою число в. ч. несахара, приходящихся на 100 в. ч. сахара; он высчитывается по формуле:

$$Q = \frac{n \times 100}{Z}, \text{ где } n - \% \text{ несахара, } Z - \% \text{ сахара; напр., } n = 3, Z = 16$$

$$\text{и } Q = \frac{3 \times 100}{16} = 18,75.$$

§ 103. Казалось бы, при оценке свеклы, как сырья производства, надлежит знать содержание в нем не только сахара, но и разного рода несахаров. В виду разнообразия химических свойств несахаров,

наличия многих из них в минимальных количествах, выделение их из свеклы представляет собою одну из очень сложных задач аналитической химии, а потому ограничиваются определением суммарных количеств однородных несахаров, или даже радикалов, элементов, характеризующих группы несахаров; напр., для определения количества белков в свекле определяют в ней содержание белкового азота и т. п. Выполнение подробного анализа свеклы требует большого опыта, затраты много времени и в условиях оборудования заводской лаборатории является трудно осуществимым. Кроме того, необходимость в данных такого анализа свеклы может вызываться только исключительно важными научными или практическими заданиями. Вот почему, в специальной литературе весьма редко встречаются данные подробного анализа свеклы, тем более, что результаты их находятся в зависимости от условий роста и хранения свеклы. Как на пример подробного анализа свеклы, возможно указать на таковой, произведенный Andrišk'ом и Stanč'ком (77), причем ими были получены такие результаты (см. табл. LXXXI):

Таблица LXXXI.

	В 100 в. ч. сырого вещества.	В 100 в. ч. сухого вещества.
Сухого вещества. . . . .	22,68	100
Мякоти. . . . .	5,08	25,57
Сахарозы. . . . .	14,65	61,00
Редуцирующих сахаров. . . . .	0,16	0,27
Всех редуцирующих сахаров после инверсии. . . . .	15,48	68,27
Кислотность желудочного сока (из 100 гр. свежелевничной мякоти), выраженная в к. с. нормального раствора КОН. . . . .	1,92	8,47
Кислотность извлеченных эфиром органических кислот, выраженная в к. с. норм. раствора КОН. . . . .	11,5	50,7
Кислотность щавелевой кислот., выраженная в к. с. норм. раствора КОН. . . . .	2,1	9,26
Кислотность летучих с парами воды кислот, выраженная в к. с. норм. раствора КОН. . . . .	0,7	3,1
Кислотность остаточных извлеченных эфиром органических кислот, выраженная в к. с. норм. раствора КОН. . . . .	8,7	38,4
Щавелевой кислот. $C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$ . . . . .	0,13	0,57
Общего азота. . . . .	0,27	1,18
Белкового азота. . . . .	0,13	0,57
Рейтонного азота. . . . .	0,01	0,04
Белков. . . . .	0,81	3,5
Аммиачного азота. . . . .	0,018	0,08
Бетаинного азота. . . . .	0,008	0,035
Нитратного азота. . . . .	0,008	0,035
Азота амидокислот. . . . .	0,10	0,40
Жира. . . . .	0,05	0,22
Общей золы. . . . .	0,97	4,27
Чистой золы. . . . .	0,74	3,27
$K_2O$ . . . . .	0,31	1,35
$Na_2O$ . . . . .	0,05	0,22
$CaO$ . . . . .	0,08	0,34
$MgO$ . . . . .	0,08	0,34
$(Fe, Al)_2O_3$ . . . . .	0,03	0,13
$P_2O_5$ . . . . .	0,13	0,59
$SO_2$ . . . . .	0,04	0,20
$Cl$ . . . . .	0,01	0,07
$SiO_2$ . . . . .	0,18	0,77

§ 104. На протяжении весьма многих лет очень большое число ученых трудилось над разрешением вопроса о том, какие химические соединения и в каких количествах содержатся в свекле. В настоящее время, если не количественно, то качественно, определен состав свеклы, т. е. известны физические и химические свойства, содержащихся в ней химических соединений. Признаем уместным привести здесь классификацию тех химических соединений, которые обнаружены в свекле, как входящие в состав последней.

**БЕЗАЗОТИСТЫЕ:**

**АЗОТИСТЫЕ:**

<i>Металлы:</i>	{	Калий	{	<i>Амиды ами-</i>	{	Аспарагин				
		Натрий				<i>докислот:</i>	Глютамин			
<i>Кислоты:</i>	{	Кальций	{	<i>Амидо-</i>	{	Аспарагиновая к.				
		Магний				<i>кислоты:</i>	Глютаминовая к.			
		Железо					Лейцин			
		Алюминий				Изолейцин				
						Тирозин				
					<i>Азотистые</i>	{	<i>основания:</i>	Бетанин		
		Соляная						Холин		
		Азотная						Лецитин		
		Серная								
		Фосфорная						<i>Белки:</i>	{	Протеины
		Кремневая								Протеиды
		Щавелевая			Пропептоны, пептоны и пр. продукты распада белков					
Малоновая		<i>Ксантино-</i>	{	<i>вые основа-</i>	<i>ния:</i>	Аллантоин				
Янтарная						Вернин				
Глистаровая						Ксантин				
Адипиновая						Гипоксантин				
Трикарбаллиловая						Гуанидин				
Аконитовая						Аденин				
Гликолевая										
Яблочная										
Винная										
Лимонная										
Оксилимонная										
Глиоксальная										
<i>Сахариды:</i>	{	Глюкоза								
		Фруктоза								
		Сахароза								
		Раффиноза								
<i>Полисахариды:</i>	{	Арабин								
		Метаарабин								
		Параарабин								
		Галактан								
		Целлюлоза								
		Гемицеллюлоза								
Лигнин										
<i>Жиры:</i>	{	Глицериды								
		пальмитиновой к.								
		олеиновой к. и								
		эруковой к.								
		Фитостерин								

## ГЛАВА II.

### Подготовительные операции.

(Транспортирование, мойка, взвешивание, резка свеклы).

§ 1. Свекла является продуктом весьма объемистым и очень скоро портящимся, при этом относительно малочисленным, благодаря чему перевозка ее на расстояния дальше некоторых пределов считается хозяйственно невыгодной. При доставке свеклы гужем на расстоянии 5 верст по хорошей грунтовой дороге, при среднем урожае свеклы с десятины, доставка свеклы составляет около 15% валовых затрат по культуре свеклы. С увеличением расстояния перевозки свеклы эта стоимость возрастает примерно, так:

при расстоянии 5 верст . . . . .	15%
"      "      10      " . . . . .	25%
"      "      20      " . . . . .	40%
"      "      30      " . . . . .	50%

Таким образом, при доставке свеклы с расстояния 30 верст расходы по доставке свеклы составляют половину валового расхода по культуре свеклы.

Принимая во внимание, что валовая затрата на культуру 1 десятины свеклы составляла в крупных хозяйствах около 200 руб., а чистая доходность с одной десятины свеклы получалась около 50 р., т. е. 25% валовой затраты, следует признать, что стоимость доставки свеклы гужем на расстояние 5 верст уменьшает чистую доходность с 1 десятины свеклы до  $25 - 15 = 10\%$ , т. е. почти наполовину. При дальности доставки свеклы в 20 верст стоимость доставки свеклы целиком поглощает доходность с 1 десятины свеклы. Если учесть потери в количестве свеклы при перевозке (поедание скотом, ратруска с возов и т. д.), то надо признать, что гужевая доставка свеклы по грунтовым дорогам может быть хозяйственно выгодной на расстоянии, не превышающем 10 верст, допустима на расстояниях до 20 верст и является хозяйственно убыточной при расстояниях в 25 верст. Практика дореволюционного времени подтверждает правильность этого вывода, так как гужевая доставка свеклы на расстояния, превышающие 20 верст, если и производилась, то при конкуренции на свеклу, т. е. при высокой стоимости ее.

Указать же пределы расстояний доставки свеклы по железной дороге является затруднительным, так как стоимость железнодорожной перевозки свеклы зависит от размеров существующего железнодорожного тарифа, который устанавливается в зависимости от

общей государственной политики. Если принять условно, что стоимость доставки свеклы в довоенное время составляла  $\frac{1}{40}$  коп. с пуда-версты, то, с расходами на перевозку и хранение свеклы в железнодорожных пунктах, возможно считать, что стоимость доставки свеклы по железной дороге с расстояния 25 верст была равнозначна стоимости доставки ее гужем на 5 верст. Соответственно стоимость доставки свеклы по железной дороге на расстояния 50—70—100 верст будет равноценна доставке ее гужем на расстояния 10—15—20 верст. Если же принять во внимание, что на погрузочные станции свекла доставляется гужем в среднем с расстояния 5 верст, а потому более правильно считать: железнодорожная перевозка свеклы на 25 верст равноценна гужевой доставке ее на 10 верст, и 50 верст ж.-д.—15 вер. гуж., 75 ж.-д.—20 гуж., 100 ж.-д.—25 гуж. Итак, если предельным расстоянием гужевой доставки свеклы было признано 20 верст, то при железнодорожной перевозке свеклы это предельное расстояние надо признать 75 верст (плюс 5 верст гужем). Конечно, если возможно использовать для перевозки свеклы по железной дороге вагоны, движущиеся по местным условиям железнодорожного транспорта „порожняком“ по направлению доставки свеклы, то может оказаться хозяйственно-выгодным перевозить свеклу по железной дороге и на большее расстояние, чем указано выше.

В виду тесной связи сахарного производства с культурой свеклы в том отношении, что отбросы производства, т. е. жом и меласса, подлежат возврату в места культуры свеклы, так как только при этом условии возможно вести интенсифицированное полевое хозяйство и производительное животноводство, надо учитывать при установлении дальности расстояния железнодорожной перевозки свеклы стоимость доставки гужем и по жел. дороге жома и мелассы, причем не следует упускать из виду, что оба эти отброса являются сравнительно малозначительными, и особенно первый из них.

§ 2. Свекла с поля доставляется в завод или к железнодорожным пунктам на лошадях в телегах, причем для увеличения емкости телеги и для устранения возможности рассыпания свеклы, на края телеги накладывается четырехугольная плетенка без днища. Нагрузка свеклы на одной подводе колеблется в зависимости от расстояния; напр., при 5-верстном расстоянии—3 берк. и при 20-верстном расстоянии 2 берк. Число оборотов, которое возможно сделать в рабочий день на одной подводе, приблизительно таково:

Расстояние (верст.).	Число оборотов.
5	3
10	2
15	1 $\frac{1}{2}$
20	1

Отсутствие шоссе дорог в районе сахарных заводов исключает возможность применения для перевозки свеклы экипажей усовершенствованной конструкции, что позволило бы сократить расход на тягловую силу и рабочие руки. Напр., на многих зарубежных сахарных заводах применяются для перевозки свеклы повозки с „ходами“ на стальных шариках и с откидными боковыми стенками. Нагрузка такой повозки более 12 берк. свеклы и для передвижения ее требуется 2 лошади.

Что касается доставки свеклы по железной дороге, то она производится в закрытых или открытых вагонах обычного устрой-

ства. Нагрузка одного вагона колеблется от 70 берк. до 75 берк. свеклы. Для разгрузки одного поезда свеклы в 25—30 вагонов требуется в течение 3—4 часов 50—60 рабочих. Конечно, применение для перевозки свеклы железнодорожных вагонов специальных конструкций, аналогичных тем, что служат для перевозки твердого минерального топлива, т. е. с откидными боковыми стенками или с двускатными днищами, позволило бы сократить расход на рабочие руки по выгрузке из вагонов свеклы и уменьшить потребное для этого время. На некоторых зарубежных заводах применяют с указанной целью особой конструкции вращающиеся платформы; вагон со свеклою устанавливают на такую платформу, после чего она действием электромотора или гидравлического тарава приобретает наклонное положение, при котором свекла высыпается из вагона. Затраты по устройству такой платформы окупаются в 3—4 производства. В последнее время перед мировую войною Grundmann и Fölsche (1) предложили производить выгрузку свеклы из железнодорожных вагонов при помощи струи воды. С этой целью проводят к месту остановки железнодорожных вагонов водяную коммуникацию и накачивают в нее воду центробежным насосом под давлением около 1,5 атмосфер; после остановки вагона, открываются дверцы и на свеклу направляют струю воды из трубы, снабженной особым наконечником, при этом вода вытесняет свеклу из вагона на деревянную платформу, расположенную наклонно, а с нее свекла вместе с водою поступает в прилегающий гидравлический транспортер. Такого рода устройство было осуществлено на одном из немецких сахарных заводов и потребовало для разгрузки в сутки 30.000 центнеров (7.500 берк.) свеклы установки центробежного насоса, который давал в 1 минуту 7 куб. метр. воды и расходовал 25 л. сил. Как на преимущество применения воды при разгрузке свеклы из железнодорожных вагонов, изобретатели указывают: устранение тяжелой ручной работы и независимость от наличия рабочих рук; отмывание от свеклы грязи, чем облегчается работа свекломойки; устранение в значительной мере поломки свекловичных хвостиков, а вместе с этим уменьшение потери веса свеклы и сахара. Что касается денежных сбережений, которых можно достигнуть применением этого способа разгрузки железнодорожных вагонов со свеклою, то изобретатели указывают следующее. Разгрузка одного вагона весом 15 тонн свеклы в ручную требует затраты 1,65 марки, а водою 0,75 марок, т. е. экономия около 55%. Стоимость такого рода устройства была 15.000 марок на заводе, перерабатывающем в сутки 30.000 центнеров свеклы. Для обслуживания требовалось 3 человека. Продолжительность выгрузки одного вагона и расход воды по весу свеклы зависят от качества выгружаемой свеклы; напр., свекла сильно загрязненная или с весьма длинными хвостиками, или очень сахаристая требует для разгрузки затраты больше времени и расхода больше воды.

§ 3. Подача свеклы из буртов в завод производится обычно на телегах лошадыми. Нагрузка свеклы на одну подводку не превышает 2 берк., и при расстоянии буртов от бурачной около 100 саж., одна подвода за рабочий день в 8 часов делает до 20 оборотов, а потому для перевозки в день 1000 берк. свеклы требуется 25 подвод. Нагрузка свеклы из буртов на подводку производится в ручную, на что требуется на каждую подводку 2 рабочих; но для непрерывности загрузки и ствозки свеклы подводки разбиваются, по крайней мере, на две партии, а потому, в частном случае, при доставке из буртов в бу-

рачную 4 000 берк. свеклы в день требуется, чтобы в работе было для перевозки свеклы 100 подвод при 50 погонщиках-полурабочих и для нагрузки свеклы 100 рабочих; таким образом на 1000 берк. требуется 25 рабочих для нагрузки свеклы и 12½, полурабочих для сопровождения 25 подвод.

С целью сокращения тяглой силы, потребной для доставки свеклы из буртов в бурачную, пользуются вагонетками, перевозимыми лошаадьми по переносным рельсам, укладываемым между буртов и от последних к бурачной. Нагрузка свеклы в вагонетку не превышает 5 берковцев и 1 вагонетка перевозится 1 лошадей при 1 погонщике. При расстоянии буртов от бурачной около 100 сажен одна вагонетка делает до 25 оборотов за 8 часов, а потому для перевозки в день 1000 берк. свеклы требуется 8 лошадей и 8 рабочих.

§ 4. При постройке одного русского сахарного завода, перерабатывающего в сутки 4500 берк. свеклы, как проект, было предложено укладывать свеклу на кругообразном кагатном поле в кагаты, расположенные по радиусам. Вокруг этого кагатного поля, имеющего диаметр 400 метр., на котором укладывается 350.000 берк. свеклы, проводится окружной рельсовый путь; по этому пути движутся диаметрально к центру поля две подвижные окружные железные башни, тогда как в центре поля установлена центральная неподвижная железная башня, соединенная с окружными подвижными башнями ведущими и несущими канатами, по которым циркулирует тележка с вагончиком для нагрузки свеклы. Тележка, смотря по надобности, позволяет опустить или поднять вагончик и включить его в ведущий канат, посредством которого он доставляется к закрамам центральной башни; из этих закрамов свекла загружается в вагончики подвесной канатной дороги, идущей от центральной башни к бурачной. Подъемная сила крава 1500 килогр. свеклы; скорость под'ема около 45 метр. в минуту, скорость передвижения около 180 метр. в минуту; потребная сила около 32 л. с. Башня движется со скоростью около 10 метр. в минуту; потребная сила для передвижения ее около 15 л. с. Стоимость всего сооружения исчислялась около 50.000 р. золот. К сожалению, по обстоятельствам привходящего характера, этот проект не был осуществлен.

§ 5. Для непрерывной работы сахарного завода, чтобы не зависеть от регулярности подвозки свеклы с поля, или из кагатов, необходимо иметь особое помещение, в котором мог бы находиться достаточный запас свеклы, обычно в количестве не менее суточной переработки завода, и откуда свекла могла бы безостановочно поступать в завод. Помещение, специально приспособленное для вышеозначенной цели, именуется *бурачной*. Наличие бурачной представляет собою еще те выгоды, что часть свеклы, поступающей с поля в завод, может быть выгружена в бурачную, минуя укладку в кагаты, благодаря чему, конечно, избегаются излишние расходы, и, кроме того, устраняется необходимость ночной подвозки свеклы из кагатов в завод, т. к. последнее сопряжено с значительными неудобствами и с излишними расходами. При выборе местоположения бурачной относительно завода приходится руководствоваться целым рядом соображений. Напр., весьма желательно, чтобы подвоз свеклы в бурачную, как подводами, так и железнодорожными вагонами мог совершаться по возможности с меньшим под'емом, а устройство подачи свеклы из бурачной в завод при помощи водяного транспортера не требовало бы большой земляной выемки. Конечно, достижение этого возможно

только при благоприятных топографических условиях заводского двора, т. е. когда возможно бурачную расположить на некотором возвышении относительно заводского здания. Что касается расстояния бурачной от завода, то таковое желательно иметь более короткое в виду удобства надзора за работами в бурачной, и во избежание необходимости устройства гидравлического транспортера значительной длины. Впрочем, иногда заводской двор оказывается настолько тесным, что приходится укладку свеклы в кагаты производить вне его, а потому бурачную помещают там же, т. е. вдали от завода, дабы сократить расходы по доставке свеклы из кагат в бурачную. Но, разумеется, в таком случае приходится устраивать гидравлический транспортер значительной длины.

Бурачные имеют устройство двойного рода, а потому разделяются на бурачные закрытые и открытые.

§ 6. *Закрытая бурачная* представляет собою каменное двухэтажное здание, в нижнем этаже которого устраиваются два или три хранилища (закрома) для свеклы. Дно закрома двускатное, забранное досками и имеет уклон в 30 градусов. Один загром от другого отделяется деревянной переборкой. Глубина закрома обычно 5—6 метр. и ширина 5—6 метр., а длина закрома находится в зависимости от емкости его. На дне закрома располагается вдоль последнего, т. н., гидравлический транспортер для свеклы, перекрываемый сверху съемными досками. В верхнем этаже, высотой около 3—4 метра, вместо пола, устраиваются над каждым загромом деревянные помосты шириною около 3 метр., по которым могут двигаться подводы или железнодорожные вагоны со свеклой, и с которых свекла может быть выгружена в тот или иной загром. Въезд в бурачную, в случае подачи в нее свеклы подводами, делается в виде деревянного помоста или в виде земляной вымощенной насыпи; подъем въезда не должен превосходить 100 миллим. на 1 метр.

§ 7. Размеры бурачной находятся в зависимости от емкости последней. Обычно, на заводах небольшой суточной производительности бурачная рассчитывается на двухсуточную переработку, а на заводах большой суточной производительности емкость бурачной рассчитывается не более, чем на суточную переработку. Бурачные чрезмерно больших размеров, напр., емкостью на трехсуточную переработку, имеют то неудобство, что свекла находится в закромах в виде куч значительной высоты и располагается над гидравлическим транспортером, по которому течет теплая вода, в результате чего свекла может сильно согреться в закромах при продолжительном нахождении в них и особенно в теплую погоду, благодаря чему она может подвергнуться загниванию, а это обусловит собою потерю сахара в свекле, понижение доброкачественности ее сока и получение при переработке такой свеклы темного сиропа, а вместе с этим сахарного песка с желтизною.

Расчет размеров бурачной не представит особых затруднений, если принять во внимание, что 1 куб. метр свеклы весит 550—600 килогр. Напр., для завода, перерабатывающего в сутки 4.000 берк. свеклы, емкость бурачной для суточной переработки будет:

$$\frac{4000 \times 12 \times 16,4}{375} = 1388 \text{ куб. метр.}$$

При наличии в бурачной 3-х закромов, емкость каждого из них будет 462 куб. метр.; если ширина закрома будет 5 метр., глубина

его до ската 3,5 метра, глубина последнего 1,5 метра, то длина закрома будет:

$$\frac{462}{5 \times 3,5 + 5 \times 1,5 \times 0,5} = 21,7 \text{ метр.}$$

При расчете емкости закрома, а, значит, и бурачной, необходимо иметь в виду, что свекла не заполняет целиком закрома, а именно под помостом остается неиспользованным некоторое пространство, составляющее 10%—15% полного объема закрома.

§ 8. В виду того, что закрытая бурачная при значительной емкости обходится сравнительно дорого, в настоящее время устраивают на заводах большую суточную производительности почти исключительно, т. н., *открытые бурачные*. Такая бурачная представляет собою несколько ям, вырытых в земле и расположенных одна возле другой, причем бока и двускатное дно каждой ямы забираются досками, или вымащиваются кирпичем, или покрываются бетоном; по сторонам ям устраиваются проезды для подвод или же укладываются рельсы для железнодорожных вагонов. На дне и вдоль каждой ямы располагается гидравлический транспортер для свеклы. Обычно ширина такой ямы около 10 метр., глубина около 6 метров, а длина ее находится в зависимости от размера запаса в ней свеклы. Нередко боковые стенки такой ямы на некоторую глубину, напр., на 2 метра, делаются вертикальные, а на глубину остальных 4 метров—наклонные. Напр., на одном русском сахарном заводе, вновь построенном до войны, перерабатывавшем до 5000 берк. свеклы в сутки, была устроена такого рода бурачная, состоящая из двух закромов, причем каждый из них имел: ширину 7,850 метр., общую глубину 3,000 метр. (по вертикали 1,5 метр. и по наклону 1,5 метр.), в длину 80,000 метр. Емкость бурачной около 8000 берк. свеклы. Разумеется, при выборе местности для такой бурачной надо использовать благоприятные топографические условия ее, чтобы обеспечить удобный подвоз свеклы в бурачную как подводами, так и железнодорожными вагонами, и, чтобы избежать больших земляных работ по устройству гидравлического транспортера, идущего по двору от бурачной к заводу.

Как на существенный недостаток бурачной такого устройства, надо указать, что работа в ней является весьма тяжелой в дождливую осень и морозную зиму. Кроме того, не исключается возможность промерзания свеклы, находящейся в такой бурачной, если свекла не будет укрыта с поверхности соломенными матами.

Для подачи свеклы из закромов бурачной в гидравлический транспортер требуется при суточной переработке завода 4000 берк. от 4-х до 6-ти человек в смену в зависимости от качества свеклы (количество земли, приставшей к свекле, мерзлая, талая свекла и пр.).

§ 9. Подача свеклы из бурачной в завод производится исключительно при посредстве, т. н. *гидравлического транспортера*, предложенного впервые в 80-х годах прошлого столетия Riedinger'ом. Этот транспортер представляет собою ни что иное, как каменный, железный или бетонный желоб (рештак), имеющий в поперечном разрезе обычно полуэллиптическую форму, идущий по дну и вдоль закрома бурачной и имеющий уклон в сторону от бурачной к заводу. Внутрь желоба накачивается вода и поступает свекла, которая течением воды увлекается и движется вдоль желоба от одного конца его к другому. Сверху желоб перекрывается поперек досками, прилегающими

друг к другу, которые опираются своими концами в вземку в верхнем крае желоба.

Действие транспортера будет таково: после того, как будет заполнен тот или иной заком свеклой, пускают в желоб воду, снимают несколько досок, прикрывающих желоб, и тогда свекла начинает сама сыпаться в желоб и плыть по нему: снимая поочередно доски, прикрывающие желоб, тем самым постепенно разгружают заком от свеклы. Когда будет опорожнен один заком, тогда приступают к опоражниванию другого закома, а первый снова загружают, и т. д.

Желоб гидравлического транспортера делается кирпичный, причем стенки его штукатурятся цементом и тщательно сглаживаются при помощи железных терок. Иногда этот желоб делается из бетона, но при этом надлежит иметь в виду, что бетон может дать трещины, которые могут увеличиться в морозное время года, благодаря замерзанию в них воды (т. к. уровень воды в желобе подвергается колебанию при неравномерной подаче в него свеклы). Нередко желоб гидравлического транспортера делается железным, для чего пользуются листовым железом толщиной 3—4 милл., причем отдельные звенья желоба соединяются друг с другом в притык при помощи угольников или накладок, а заклепки со внутренней стороны снабжаются потайными головками.

§ 10. При устройстве гидравлического транспортера возникают три существенных вопроса: форма поперечного сечения желоба, величина уклона его и расход воды на транспортирование свеклы. Следует указать, что разрешением этих вопросов занимались многие: напр., Эргардт (2), Кропанн (3), Видавский (4).

При выборе формы желоба надо стремиться к тому, чтобы наименьшим количеством воды славлялось наибольшее количество свеклы, чтобы корни свеклы не задерживались в желобе, а грязь и камни собирались бы на дно его, занимая меньшую площадь. Этому условию, если не вполне, то в значительной мере, удовлетворяет полуэллиптическая форма желобов. Уместно заметить, что существуют серьезные возражения против этой установившейся формы желоба, а именно: нередко наблюдается, что в желобе полуэллиптической формы корни свеклы плывут с большей скоростью в верхней части желоба и с гораздо меньшей скоростью в нижней части его. Объясняется это тем, что трение движущейся воды о стенки желоба возрастает сверху вниз его, т. к. периметр желоба по сравнению с площадью его увеличивается сверху вниз желоба. Таким образом, живая сила движущейся воды будет больше вверху, чем внизу желоба. Если учесть, что нередко на дне желоба собираются песок, камешки, которые образуют шероховатую поверхность, то становится понятным вышеуказанное явление. В некоторые годы, когда приходится перерабатывать весьма сахаристую свеклу, тогда очень нередко наблюдается залегание корней на дне желоба, имеющего полуэллиптический профиль. Это нежелательное явление удается устранить, перекрыв дно желоба досками, т. е. сделав профиль его прямоугольным. Вот почему, некоторые предлагают делать желоб прямоугольной формы с закругленным дном, т. е. напоминающим собою по виду латинскую букву U.

§ 11. Содержимое в желобе гидравлического транспортера суть смесь воды и свеклы, а потому законы статик и динамики жидких тел применимы и к этой смеси, так как основное свойство жидких тел — „коэффициент внутреннего трения в покое“, равный нулю — свойствен также этой смеси. Разница лишь будет в опытных коэффи-

центах, которые будут здесь другие, чем для воды, но которые и для воды находятся опытным путем.

Существует формула, выражающая зависимость уклона желоба, площади поперечного сечения и периметра желоба, скорости движения по желобу смеси воды и свеклы:

$$H = \alpha \times L \times \frac{U}{F} \times \frac{V^2}{2g},$$

или  $\frac{H}{L} = \alpha \times \frac{U}{F} \times \frac{V^2}{2g}.$

В этой формуле обозначают:  $H$ —общий уклон в метр. на всю длину желоба;  $L$ —длина желоба в метр.;  $\alpha$ —есть некоторый опытный коэффициент, который зависит лишь от скорости и физических свойств жидкости;  $U$ —это, так называемый, водяной периметр, т. е. та часть стенок желоба, которая занята смесью воды и свеклы;  $V$ —скорость в метр. в сек. поступательного движения содержимого в желобе;  $g$ —ускорение силы тяжести, равное 9,81;  $F$ —площадь поперечного сечения желоба.

Значение коэффициента  $\alpha$  выводится на основании наблюдений над работой гидравлических транспортеров и, по опытам Бидавского (5), значения этого коэффициента может быть выражено формулой:

$$\alpha = 0,03186 \times \left( 1 + \frac{0,0585}{V} \right).$$

Напр., при скорости  $V = 1,5$  метр. в 1 сек.  $\alpha = 0,03558$ , при скорости  $V = 1$  метр в 1 сек.  $\alpha = 0,03372$ . Что касается отношения  $\frac{U}{F}$ , то для уменьшения уклона желоба, а вместе с этим сокращения расхода воды на транспортер, оно должно быть возможно меньше, т. е. поперечный профиль желоба должен быть таков, чтобы при наибольшей площади его, он имел наименьший периметр, омываемый жидкостью. В указанном отношении профиль желоба в виде полуэллипса будет выгоднее, чем профиль желоба в виде четырехугольника.

В отношении скорости движения воды и свеклы в желобе, т. е.  $V$ , следует сказать, что она не должна быть менее 1 метр. в 1 сек., чтобы земля и песок не отлагались на дне желоба и даже лучше, если эта скорость будет 1,5 метр. в 1 сек. Конечно, чем большей скоростью движения воды и свеклы в желобе зададимся, тем меньше получится площадь поперечного профиля желоба, т. е. он обойдется при устройстве дешевле; но эта площадь не может быть меньше известного предела, обуславливаемого размерами свекловичных корней, а именно: при ширине желоба, равной 0,3 метр. и глубине его 0,6 метр., эта площадь поперечного профиля желоба будет около 0,17 кв. метр. Конечно, размеры профили желоба должны находиться в зависимости от количества транспортируемой свеклы в определенном промежутке времени, т. е. от суточной переработки завода; напр., на сахарном заводе, перерабатывающем в сутки 8.000 берк. свеклы, желоб должен иметь ширину около 0,6 метр. и глубину 1 метр. Предлагается определять величину поперечного профиля желоба в зависимости от суточной переработки по формуле:  $F = 0,17 + 0,045 \times n$ , где  $n$ —число тысяч берковцев свеклы, перерабатываемых заводом в сутки, сверх первых двух тысяч берковцев ее.

Предположим, что требуется произвести расчет гидравлического транспортера для завода, перерабатывающего в сутки 4.000 берк. свеклы.

Допустим, длина желоба 70 метр. Площадь поперечного сечения желоба высчитывается по формуле:  $F = 0,17 + 0,045 \times n$ , где  $n = 2$ , и потому  $F = 0,26$  кв. метр. Если ширину желоба примем 400 милл., то высота его будет 650 милл.

Предполагая поперечный профиль желоба у-образный, то при площади, равной 0,26 кв. метр., получится периметр, равный 1,5 метр., а потому отношение  $\frac{U}{F} = \frac{1,5}{0,26} = 5,9$ .

Если скорость движения смеси воды и свеклы в желобе, т. е.  $V$ , будет равна 1,2 метр., то значение  $\alpha$  может быть найдено по формуле:  $\alpha = 0,03186 \times \left(1 + \frac{0,0585}{V}\right)$ , и оно будет при указанной величине  $V$  равно 0,03341. Падение или уклон желоба в милл. на 1 метр. может быть вычислен по формуле:  $\frac{H}{L} = \alpha \times \frac{U}{F} \times \frac{V^2}{2g}$ , вставляя вышеуказанные значения этих величин. Напр., в данном случае:

$$\frac{H}{L} = 0,03341 \times 5,9 \times \frac{(1,2)^2}{2 \times 9,81} = 0,014 \text{ метр., т. е. } 14 \text{ милл. на } 1 \text{ метр.}$$

В настоящее время большинство склонно признать, что малый уклон желоба гидравлического транспортера является нежелательным. Объясняется это тем, что при движении свеклы по желобу существует трение корней свеклы о дно и стенки желоба, для преодоления которого требуется затрата воды тем большая, чем меньше будет уклон желоба, и наоборот. Конечно, чем скорее будет течь вода по желобу, тем больше ее будет расходоваться в единицу времени, но вместе с этим тем скорее будет двигаться свекла по желобу и в большем количестве будет транспортироваться ее в единицу времени, в результате расход воды по весу свеклы в желобе с значительным уклоном может оказаться не большим, чем в таковом с незначительным уклоном, но при этом устраняется возможность залегания свеклы на дне желоба. Конечно, на закруглении желобу дают несколько больший уклон, чем на прямой, для сохранения живой силы движения воды; напр., если на прямой, уклон желоба составляет 12 милл. на 1 метр, то на закруглениях этот уклон желоба должен быть 16 милл. на 1 метр. На том же основании, в случае значительной длины гидравлического транспортера, необходимо, чтобы уклон желоба в начале был больший, чем в конце. Напр., гидравлический транспортер, имеющий длину 450 метр., действовал успешно, имея уклон:

на первых 250 метр. . . . — 16 милл./метр.  
 на следующих 100 . . . . — 14 милл./метр.  
 и на последних 100 метр. — 12 милл./метр.

Во избежание потери живой силы воды, труба, подводящая воду в желоб, должна быть направлена вдоль, а не поперек последнего, как это иногда наблюдается,

Если бурачная расположена слишком высоко относительно завода, то устраивают гидравлический транспортер уступами, по которым вода, падая каскадами, уносит с собою свеклу. При устройстве каскадного гидравлического транспортера возможно допустить высоту

падения свеклы в каждом каскаде до 5 метр.; стенки каскада должны быть не вертикальные, а с кривизною струи падающей воды, иначе корни свеклы будут падать вне воды и образовывать внизу каскада кучи, для устранения чего целесообразно внизу каждого каскада подводить трубою воду, струя которой с напором должна бить вдоль желоба.

§ 12. Расход воды на транспортирование свеклы может быть вычислен приблизительно по формуле:

$$Q = \mu \times F \times \sqrt{2 \times G \times H},$$

где обозначают:

- Q—количество воды в метр. в сек.
- F—площадь сечения транспортера в кв. метр.
- H—падение транспортера в метр. на 1 метр.
- $\mu$ —коэффициент истечения воды в транспортере.
- G—ускорение силы тяжести, т. е, 9,8:

Предположим, что требуется определить расход воды на гидравлический транспортер, служащий для подачи в сутки 4.000 берк. свеклы, или, что то же, 9 килогр. свеклы в 1 секунду. Допустим, что  $F = 0,26$  кв. метр.,  $H = 0,014$  метр.,  $\mu = 0,5$  и  $G = 9,8$  метр., и вставив эти значения в вышеуказанную формулу, получим:

$Q = 0,5 \times 0,26 \times \sqrt{2 \times 9,8 \times 0,014} = 0,0676$  куб. метр., или 676 килогр. воды на 9 килогр. свеклы, т. е. около 750% по весу свеклы.

В действительности расход воды на транспортирование свеклы колеблется в широких пределах, напр., от 600% до 800% и в среднем следует считать около 700% по весу свеклы. Напр., расход воды на транспортирование свеклы зависит от ухода за гидравлическим транспортером. Если рабочие будут неравномерно загружать транспортер свеклой, напр., в случае подачи сразу больших количеств свеклы, желоб забивается ею, и вода течет, не увлекая ее, или в случае подачи весьма малых количеств свеклы в желоб вода поступает в него в относительно большом количестве. В результате в том и другом случае вода расходуется непроизводительно, а вместе с этим и в большом количестве по весу транспортируемой свеклы.

При расчете диаметра трубы, по которой вода подается в желоб транспортера, следует принимать скорость движения воды в трубе не менее 1,5 метр. в 1 сек.

§ 13. Для транспортирования свеклы обычно используется, т. н., „барометрическая“ или „конденсационная“ вода, т. е. применяемая для конденсации паров из последнего корпуса выпарки и из вакуум-аппаратов в конденсаторе и стекающая из последнего по барометрической трубе в особый сборник („барометрический ящик“). Но, в целях экономии этой воды, как относительно чистой и используемой преимущественно для диффузии, отходящая вода из гидравлического транспортера обычно подвергается механической очистке путем отстаивания ее в особых обширных отстойниках. В виду того, что при очистке таких отстойников удаляется вместе с грязью также часть воды, в гидравлический транспортер приходится добавлять еще чистой воды, т. е. из барометрического ящика, в количестве, едва ли превышающем 50% по весу свеклы. Если отходящая вода из гидравлического транспортера не подвергается очистке и возврату, то

в этом случае приходится пользоваться для транспортирования свеклы водою из барометрического ящика, но так как этой воды может не хватить, то к ней придется добавить чистой воды.

**Примечание.** Транспортирование свеклы теплой барометрической (конденсационной) водою имеет свои преимущества и свои недостатки, а именно: в холодное время производства промерзшая свекла, попавшая в теплую воду, успевает несколько оттаять, но при продолжительном нахождении свеклы в теплой воде она теряет некоторое количество сахара, увеличивающееся с повышением температуры воды.

§ 14. К числу достоинств гидравлического транспортера для свеклы следует отнести простоту и дешевизну устройства и ремонта, также относительно малый расход рабочих рук при обслуживании. При транспортировании свеклы водою она отмывается от приставшей к ней грязи, и, т. о., гидравлический транспортер облегчает отчасти работу моечного аппарата для свеклы. К числу недостатков этого транспортера надо отнести очень большой расход воды, а если таковая возвращается,—то необходимость устройства и чистки отстойников для воды. Кроме того, в гидравлическом транспортере свекла теряет некоторое количество сахара, большее или меньшее в зависимости от целого ряда обстоятельств.

§ 15. Количество сахара, теряемое свеклой в гидравлическом транспортере, зависит от целого ряда факторов, из которых наиболее существенное значение имеет, насколько свекла здорова, не повреждена, и в меньшей мере имеют значение время пребывания свеклы в транспортере и температура воды в последнем. Опытами установлено, что пребывание свекловичных корней с несрезанными головками и хвостиками в теплой воде в течение нескольких минут не сопровождается потерей сахара. Очевидно, эпидермис (кожица), покрывающий с поверхности свекловичный корень, препятствует диффузии сахара из целых свекловичных клеток в воду. Только в случае свекловичных корней со срезанными головками, поломанными хвостиками или же со снятым эпидермисом, сахар немедленно извлекается водою из свеклы. Очевидно, тогда сахар выщелачивается из разорванных свекловичных клеток и диффундирует из близлежащих к последним свекловичных клеток. Juliard (6) определял количество сахара, теряемое свекловичными корнями с срезанными головками и хвостиками в теплой воде, причем получил такие результаты:

Температура воды °C	Потеря сахара по весу свеклы
28	0,88
42	0,52

**Примечание.** Свекловичные корни находились в воде 15 минут.

Таким образом, количество поврежденных корней в транспортируемой свекле имеет несравненно большее значение, чем продолжительность пребывания свеклы в воде и температура последней. Claassen (7) произвел многочисленные опытные наблюдения с целью выяснения величины потери свеклою сахара в гидравлическом транспортере в зависимости от разных факторов. Для означенной цели были

использованы два гидравлических транспортера, из которых один был длиною 250 метр., а другой 50 метр. Вода, служившая для транспортированной свеклы, была барометрическая, т. е. теплая, имеющая 40—45°C, причем в отдельных случаях с указанной целью применялась холодная вода, имевшая 15°—20°C. Время пребывания свеклы в длинном транспортере колебалось от 3-х до 6-ти минут, а в коротком было не более 1 минуты. Барометрическая вода могла содержать сахар, а потому она исследовалась в этом отношении и в полученные результаты вводилась соответствующая поправка. Расход воды на транспортирование свеклы колебался около 800% по весу свеклы. Завод перерабатывал в сутки 3.000 бекр. свеклы. Результаты опытов получились таковы (см. таблицу I):

Таблица I.

Потеря сахара в воде			Длина транспортера	Температура воды
в 1 куб. метр. гр.	в сутки килогр.	на 100 в. ч. свеклы		
19,5	97,5	0,016	Длинный	Теплая
39,0	195,0	0,033		
35,75	178,75	0,030		
42,25	211,25	0,035		
60,13	300,65	0,050		
29,25	146,25	0,024		
32,50	162,50	0,027		
53,25	276,25	0,046		
22,75	113,75	0,019		
13,00	65,00	0,011		
13,00	65,00	0,011	Короткий	хол. темп.
48,75	243,75	0,041		
30,87	154,35	0,026		
52,00	260,00	0,043		
48,75	243,75	0,041		
32,50	162,50	0,027		

Из этих данных видно, что в случае транспортирования здоровой свеклы потеря ею сахара в воде гидравлического транспортера не превышает 0,05% по весу свеклы и обычно эта потеря сахара свеклою составляет 0,02%—0,03% по весу ее. Кроме того, потеря сахара свеклою не зависит в той мере, как это общепринято, ни от длины транспортера, ни от температуры воды в нем. В случае транспортирования мерзлой свеклы потеря ею сахара в воде гидравлического транспортера получается весьма значительная. В случае мерзлой свеклы приходится применять для гидравлического транспортера горячую воду, причем наблюдается, что при оттаивании свекловичных корней наружная кожа (эпидермис) их отделяется, благодаря чему может происходить быстрая диффузия сахара из обнаженных свекловичных клеток, что в конечном результате и обуславливает большую потерю сахара свеклою в воде гидравлического транспортера. Чем большее число корней свеклы оказывается мерзлыми, тем значительнее получается потеря сахара в воде гидравлического транспортера. Названный выше исследователь произвел ряд опытных наблюдений с целью выяснения величины потери сахара мерзлою свеклою в воде гидравлического транспортера, причем получил такие результаты (см. таблицу II):

Таблица II.

Качество свеклы	Потеря сахара			Длина транспортера	Температура воды
	в 1 куб. метр. гр.	в сутки килогр.	на 100 в. ч. свеклы		
Совершенно мерзлая . . . . .	422,5	2112,5	0,384	Длинный	Горячи
Частью мерзлая . . . . .	240,5	1202,5	0,209		
То же . . . . .	299,0	1495,0	0,272		
Совершенно мерзлая . . . . .	633,7	3169,0	0,576		
То же . . . . .	565,5	2827,5	0,514		
То же . . . . .	413,3	2066,5	0,376		
Частью мерзлая . . . . .	325,5	1627,5	0,296		
Мало мерзлая . . . . .	136,5	628,5	0,126		
То же . . . . .	133,3	666,5	0,111		
То же . . . . .	97,5	487,5	0,089		
Совершенно мерзлая . . . . .	224,3	1121,5	0,204	Коротк.	Холодн.
То же . . . . .	198,3	991,5	0,180		
То же . . . . .	256,8	1284,0	0,233		
То же . . . . .	175,5	877,5	0,159		
То же . . . . .	247,0	1235,0	0,226		

Из этих данных видно, что потеря сахара мерзлой свеклой в воде гидравлического транспортера может быть весьма значительной, а именно более 0,5% по весу свеклы, причем эта потеря будет меньше в коротком транспортере, чем в длинном. Такого же рода опытные наблюдения производил Loisinger (8) с целью выяснения величины потери сахара свеклой в воде гидравлического транспортера. Для этой цели были использованы два транспортера, из которых один был длиной 60 метр., а другой 15 метр.; в первом транспортере свекла находилась от 1½ до 3 минут, а во втором от ½ до 1 минуты.

В случае транспортирования нормальной свеклы результаты получились таковы (см. таблицу III):

Таблица III.

Сахара гр. в 1 куб. метр. воды	Длина транспортера метр.	Температура воды °С.
35,75	60	35—40
48,75	60	35—40
53,62	60	35—40
68,25	60	35—40
21,12	60	10—15
22,75	60	10—15
22,75	15	40—45
32,50	15	40—45
45,50	15	40—45
13,10	15	10—15
19,50	15	10—15

Из этих данных видно, что потеря сахара свеклой в воде гидравлического транспортера находится в некоторой зависимости от длины его и от температуры воды в нем. Если учитывать, что расход воды в гидравлическом транспортере составлял 750% по весу свеклы, то потеря сахара свеклой в этой воде не превышала 0,05% по весу свеклы.

В случае транспортирования мерзлой свеклы, результаты получились таковы (см. табл. IV):

Таблица IV.

Сахара гр. в 1 куб. метре воды	Длина транспортера метр.	Температура воды °С.
455,00	60	40—45
555,00	60	40—45
650,00	60	40—45
113,75	60	10—15
247,0	15	40—45
198,0	15	10—15

Таким образом, в случае транспортирования мерзлой свеклы, последняя теряет сахар в воде гидравлического транспортера до 0,5% по весу свеклы, в случае, если он будет длинный и вода в нем будет теплой.

В случае транспортирования свеклы порченной, как то наблюдается при переработке свеклы мерзлой, но оттаявшей и лежавшей в буртах, потеря сахара такую свеклою в воде гидравлического транспортера может быть также весьма значительной. Напр. Wohryzek (9) произвел многочисленные опытные наблюдения с целью выяснения величины потери сахара в гидравлическом транспортере порченной свеклою, причем получил такие результаты: из 138 случаев была обнаружена потеря сахара по весу свеклы в 1 случае—0,5%, в 6 случаях—0,4%, в 10 случаях—0,3%, в 12 случаях—0,15%, а в остальных случаях потеря сахара была меньше 0,15% по весу свеклы. Необходимо заметить, что для транспортера применялась смесь воды барометрической с прудовою, т. е. вода была едва теплая.

§ 16. При нахождении свеклы в воде гидравлического транспортера она поглощает некоторое количество воды, благодаря чему вес ее увеличивается, причем вялая свекла поглощает воды больше, чем свежая. Claassen (10) указывает, что прибавка веса свеклы после гидравлического транспортера и свекломойки колеблется от 0,5% до 1%. Уместно заметить, что прибавка веса свеклы наблюдается большая после пребывания ее в теплой, чем в холодной воде. Напр., по опытам Juhlhard'a (11) оказалось:

температура воды.	прибыль веса свеклы.
10° С	0,60%
28° С	0,84%
40° С	0,88%

Примечание. Продолжительность нахождения свеклы в воде составляла 15 минут.

Pellet (12), на основании опытных наблюдений, указывает, что свекла в гидравлическом транспортере может поглотить воды от 0,4% до 0,8%, и кроме того, к ней с поверхности может прилигнуть воды от 0,7% до 1,6% и в среднем около 1%.

§ 17. Если предвидится, что по местным условиям в перерабатываемой свекле могут быть нередки камешки, песок, то для облегчения работы моечного аппарата и во избежание порчи ножей в реальных машинах целесообразно снабдить гидравлический транспортер особого устройства камне- и песко-ловителем. Из приспособлений такого рода заслуживает внимания патентованное Мау'ем. Это приспособление устанавливается обычно в конце гидравлического транс-

портера, с каковою целью в этом месте часть кирпичного или бетонного желоба заменяется звеном железного желоба, который по длине снабжается двумя карманами, отстоящими на некотором расстоянии друг от друга, причем наклонное дно кармана делается двойным, из которых верхнее дырчатое, а нижнее сплошное, причем в промежутке между этими доньями по трубке накачивается под давлением вода; карман разделяется решетчатой перегородкой на две части: выходное отверстие из кармана закрывается шибером. Во избежание остановки работы во время чистки ловушки, таковых ставится две, для чего желоб гидравлического транспортера раздваивается, причем на каждом ответвлении его устанавливается по одной ловушке. Перед карманами в желобе устанавливаются две заслонки, из которых первая решетчатая, а вторая сплошная, и за карманами устанавливается одна сплошная заслонка. Действие ловушки будет таково: свекла и камешки движутся по желобу, достигают кармана, причем свекла струей воды подбрасывается вверх и минует карман, а камешки собираются в кармане, скатываясь по наклонному дну его, причем мелкие камешки и песок проходят сквозь щели решетки и собираются в задней части кармана, а крупные камешки остаются в передней части кармана. Очевидно, напор воды, поступающей под дырчатое дно кармана, должен быть регулирован так, чтобы в кармане задерживались бы только камешки и песок, а свекла миновала его. Время от времени открывают шибер у кармана, при этом собравшиеся в задней части кармана мелкие камешки и песок напором воды в желобе выбрасываются из кармана. При чистке ловушки закрывают переднюю решетчатую заслонку, благодаря чему прекращается доступ свеклы в ловушку, не задерживая притока в нее воды, и вследствие чего ловушка опорожняется от свеклы; затем закрывают сплошные заслонки, открывают шиберы у карманов и таким образом спускают из последних воду, после чего чистят ловушку. Конечно, в это время работает другая соседняя ловушка.

§ 18. Существуют некоторые видоизменения устройства гидравлического транспортера, имеющие целью обойтись без устройства бурачной. Напр., на одном русском сахарном заводе был устроен деревянный гидравлический транспортер и расположен на кагатном поле с тем, чтобы транспортировать свеклу непосредственно из кагатов в завод. Этот транспортер имел желоб длиною 145 саж., шириною 360 мм., глубиною 520 мм. и уклон 15 мм. на метр; по такому транспортеру сплавлялось в сутки более 2,500 берк. свеклы, причем скорость движения воды в нем была 1,8 метр. в сек. Желоб был сделан из сосновых досок толщиной  $1\frac{1}{4}$  вершка. Доски были длиною 9 арш. и сколачивались для образования желоба снаружи на шпугах и внутри были выстроганы, а снаружи были просмолены. Самый желоб был сколочен из досок под прямым углом и сверху расширялся через каждые  $2\frac{1}{4}$  арш. деревянными поперечными планками. Чтобы избежать в желобе прямых углов, в месте таковых были прибиты треугольные планки. Одно звено желоба соединялось с другим прямо в закрой. Желоб был уложен в канаве, вырытой в земле, дно которой было тщательно нивелировано по вышеуказанному уклону, зацементировано, залито известью и утрамбовано. При укладке желоба в канаву под стенки его были подложены дубовые подкладки. По обоим сторонам желоба во всю его длину, перпендикулярно его направлению, земля была устлана дюймовыми досками. Эти доски имели длину  $2\frac{1}{2}$  арш. и своими концами подходили к борту желоба так,

что свекла поступала в желоб не прямо с земли, а с означенного деревянного помоста. Свекла складывалась по обеим сторонам транспортера в виде больших кагатов, а именно: длина в 150 саж., шириною 15 саж. и высотой около 1 саж. Подача свеклы в транспортер производилась вагончиками, вместимостью около 25 пудов, и для чего имелось всего 4 вагончика. Рельсы переносные располагались перпендикулярно желобу и имели длину, равную ширине кагатов, т. е. по 15 саж. в каждую сторону. Для обслуживания такого транспортера требовалось 12 рабочих на смену.

§ 19. Еще в 90-х годах прошлого столетия на одном из чешских сахарных заводов был устроен, т. е., подвижной гидравлический транспортер. Вдоль всего кагатного поля, с одной его стороны, был устроен в земле гидравлический транспортер с кирпичным желобом. Ширина каждого кагата была 3,5 метр., а длина его была 150 метр. Вдоль кагатов, во всю длину их, помещался железный желоб шириною 320 милл., глубиною 500 милл., склепанный из листового 3-х-милл. железа. К дну желоба, на расстоянии 6 метр. друг от друга, были приделаны чугуинные колеса так, чтобы желоб можно было передвигать перпендикулярно к его длине. Колеса находились в соединении с вертикальными стойками из таврового железа, которые охватывались железными накладками, наглухо приклепанными к желобу, благодаря чему представлялось возможным приводить или опустить желоб так, чтобы придать ему желательный уклон. Вода накачивалась центробежным насосом в железный резервуар, находившийся на кагатном поле, из которого она, при посредстве пенькового рукава, диам. 250 милл., подавалась в подвижной железный желоб. Целесообразно снабдить желоб со стороны противоположной той, с которой свекла забрасывается в него, железной решеткой, укрепленной наклонно к борту желоба. При загрузке желоба свекла забрасывается на означенную решетку, скатывается по ней в желоб, причем земля проваливается через прозоры решетки. Суточная переработка завода была 3.000 берк. свеклы, причем расходовалось в 1 минуту 5.000 литр. воды, затрачивалось 7 л. с. на центробежный насос. Для обслуживания такого транспортера требовалось в смену 12 рабочих, причем в течение получаса желоб передвигается к следующему по порядку кагату. Для успешной работы с таким подвижным гидравлическим транспортером в осеннюю дождливую погоду весьма желательно, чтобы кагатное поле было предварительно выравнено и утрамбовано.

§ 20. При работе в бурячной необходимо руководствоваться нижеследующим. Перед загрузкою закров свеклою следует внимательно осмотреть, хорошо ли они очищены и не забыты ли в них какие-либо посторонние предметы (одежда, инструменты и проч.), закрыты ли досками по всей длине желоба гидравлических транспортеров и нет ли в последних земли, мусора и проч.

При выгрузке свеклы с возов надо стараться удалять ботву, солому, и следить за тем, чтобы вместе со свеклою не попадали посторонние предметы, как-то: подковы, оковка повозок, топоры, вилы и др. металлические вещи, а равно рукавицы и проч. тряпье.

При выгрузке свеклы надлежит принимать меры к тому, чтобы свекла не надала в закрома с большой высоты и у нее не отламывались бы хвостики, так как это обуславливает большие потери сахара в воде гидравлического транспортера, и кроме того, сами хвостики являются отбросом, так как они уносятся водою из мойки. Во избежание поломки корней свеклы, таковая выгружается с возов в

закрома на лежащую в них свеклу, а не мимо нее. Если бурачная открытая, то в холодную пору производства весьма желательно, чтобы, по заполнении закрома свеклою, последняя закрывалась сверху соломенными матами.

Свеклу из последующего закрома возможно начать транспортировать в завод ни в коем случае не ранее того, как будет совершенно опорожнен от свеклы предыдущий загром. Это крайне необходимо соблюдать, чтобы иметь возможность периодически производить очистку закровов и, чтобы избежать продолжительного пребывания хотя бы части свеклы в закромах, так как она может там согреться за счет тепла воды гидравлического транспортера и подвергнуться порче. Выгрузку свеклы из закровов надо начинать со стороны, ближайшей к мойке, открывая последовательно доски, прикрывающие сверху желоб гидравлического транспортера, и подавая свеклу в этот желоб в ручную вилами, в таком количестве, чтобы она свободно уносилась водою, а не образовывала заторов, так как это сопряжено не только с задержкой в работе завода, но и с большим расходом воды на транспортирование свеклы. После полной разгрузки закрома от свеклы, закрывают воду на гидравлический транспортер в нем, очищают загром от земли, ботвы, хвостиков, соломы, осматривают внимательно желоб транспортера, удаляют могущие остаться в нем камни, куски железа и проч. тяжелые предметы, тщательно закрывают желоб по всей длине его досками, следя за тем, чтобы они точно ложились в пазы на бортах желоба, так как проваливающаяся под тяжестью свеклы доска, может образовать затор в желобе, который при наполненном загроме свеклою весьма трудно устранить.

§ 21. В тех случаях, когда моечный аппарат находится выше уровня гидравлического транспортера, тогда свеклу приходится поднимать на некоторую высоту и передавать ее из гидравлического транспортера в моечный аппарат, с каковой целью применяют, т. н., *шнек*, т. е. винт, вращающийся в желобе. Размеры шнека обычно таковы: диаметр винта 0,6—0,8 метр., шаг винта 0,4—0,5 метр., угол наклона вала винта 35°—40°, но не больше, во избежание выпадания свеклы из шнека, длина винта 5—10 метр., диаметр вала винта 100—125 милл., число оборотов винта 10—15 в 1 минуту, глубина желоба 0,8—1 метр. Производительность шнека зависит главным образом от числа оборотов винта его и колеблется от 2.500 до 5.000 берковцев свеклы. При конструировании бурачного шнека следует обратить внимание на то, чтобы был свободный доступ к нижнему подшипнику для смазки и промывки его; кроме того, подшипник вала винта должен быть подвижный, дабы возможно было подтянуть его по мере того, как он будет срабатываться. Как на существенный недостаток бурачного шнека, указывают, что в нем у свекловичных корней отламываются хвостики, что сопряжено с потерей части их в моечном аппарате, и, кроме того, эти хвостики, попадая в резальную машину, обуславливают получение стружки плохого качества. Конечно, бурачный шнек не отличается надежностью действия в том отношении, что он легко может поломаться в случае попадания в него вместе с свеклою посторонних металлических предметов. Производительность шнека может быть определена по формуле:

$$W = E \times \pi \times \frac{D^2 - d^2}{4} \times n \times \frac{\pi}{60} \times \gamma,$$

где означают:  $W$  — производительность шнека в килогр. в 1 сек.

$E$  — коэффициент наполнения шнека, каковой для свеклы колеблется от 0,3 — 0,6;

$D$  — диаметр винта в метр.;

$d$  — диаметр вала винта метр.;

$t$  — шаг винта в метр.;

$n$  — число оборотов винта в минуту;

$\gamma$  — вес 1 куб. метра свеклы.

Предположим, что вам требуется определить производительность шнека, имеющего  $D = 0,7$  метр.,  $d = 0,1$  метр.,  $t = 0,4$  метр.,  $n = 15$ ,  $\gamma = 600$  килогр.,  $E = 0,5$ . Вставляя эти значения в вышеуказанную формулу, находим:

$$W = 0,4 \times 3,14 \times \frac{(0,7)^2 - (0,1)^2}{4} \times 0,4 \times \frac{15}{60} \times 600 = 8,25 \text{ килогр. свеклы}$$

в 1 сек., или около 4.000 берк. свеклы в сутки.

Если по данной производительности шнека необходимо определить его размеры или число оборотов его вала, то в этом случае пользуются вышеуказанной формулой. При вычислении расхода сил на приведение в действие бурачного шнека пользуются формулой:

$$N = \frac{1}{\eta} \times P \times \text{Sin. } \alpha \times \frac{n}{60} \times t \times \frac{1}{75},$$

где обозначают:

$N$  — расход лошадиных сил,

$\eta$  — механический коэффициент полезного действия шнека, и обычно = 0,3 — 0,4.

$P$  — вес свеклы в шнеке,

$\alpha$  — угол наклона вала винта, и обычно =  $35^\circ$ .

$n$  — число оборотов вала винта в 1 минуту,

$t$  — шаг винта в метр.

Что касается веса свеклы в шнеке, то таковой может быть вычислен по формуле:

$$P = E \times \pi \times \frac{D^2 - d^2}{4} \times L \times \gamma,$$

где обозначают:  $P$  — вес свеклы в шнеке в килогр.;

$E, D, d, \gamma$  — имеют значения, указанные выше;

$L$  — длина шнека в метр.

В частном случае предположим:  $E = 0,5$ ,  $D = 0,7$  метр.,  $d = 0,1$  метр.,  $L = 7,5$  метр.,  $\gamma = 600$  килогр. Вставляя эти значения в вышеуказанную формулу для  $P$ , находим:

$$P = 0,4 \times 3,14 \times \frac{(0,7)^2 - (0,1)^2}{4} \times 7,5 \times 600 = 625 \text{ килогр.}$$

Имея значение  $P$ , учитывая, что  $\text{Sin. } \alpha = \text{Sin } 35^\circ = 0,57$ ; вставляя их в вышеуказанную формулу для  $N$ , находим:

$$N = \frac{1}{0,3} \times 625 \times 0,57 \times \frac{15}{60} \times 0,4 \times \frac{1}{75} = 1,6 \text{ л. с.}$$

В практике обычно считают, что на шнек означенной производительности требуется затрата не менее 3 л. с.

§ 22. Нередко для под'ема свеклы из гидравлического транспортера в моечный аппарат применяют, т. и., *подъемное колесо*. Это колесо отличается тем, что обод его сделан из дырчатого листового железа и со внутренней стороны к нему прикреплены ковши также из дырчатого железа. Колесо располагается так, что при вращении его ковши захватывают из гидравлического транспортера свеклу, при чем вода, сопровождающая и стелется, удаляется через отверстия в ободе и ковшах, а свекла падает из ковшей на наклонную под углом  $35^{\circ}$  железную решетку, а с нее в моечный аппарат. Диаметр колеса зависит от высоты под'ема свеклы, и он колеблется от 4-х до 8-ми метр., причем следует учесть, что свекла выпадает из колеса на высоте  $\frac{1}{3}$  его диаметра. Ширина обода зависит от ширины ковшей, которые обычно имеют ширину от 400 милл. до 600 милл. и глубину от 300 милл. до 400 милл. Колесо делает от 1 до 3 оборотов в 1 минуту. Производительность подъемного колеса от 2.500 берк. до 5.000 берк. свеклы в сутки, причем коэффициент наполнения ковшей свеклой не превосходит 25% общей емкости их. Расход сил на приведение в движение колеса колеблется в зависимости от производительности, а именно от 2,5 до 5 л. с. Нельзя не признать, что под'емное колесо в конструктивном отношении является громоздким, не лишено возможности поломок и требует ремонта.

§ 23. Уместно заметить, что под'ем свеклы посредством шнека или подъемного колеса может быть заменен под'емом при помощи наклонного коробчатого элеватора, т. е. в котором, вместо ковшей, насажены на цепи короба из листового железа, имеющие две боковые стенки и дно, причем один короб примыкает непосредственно к другому. Такого рода элеваторы применяются в металлургических производствах для под'ема руд и флюсов и могут быть установлены под углом в  $60^{\circ}$ . Преимущество означенного элеватора заключается в том, что он компактен, по сравнению с подъемным колесом и эцем не просходит изламывания свекловичных корней, как в шнеке. Размеры коробов в таком элеваторе должны быть по ширине 600 милл. и в глубину 400 милл.; скорость движения цепей с ковшами около 0,5 метр. в 1 сек.

§ 24. Когда топографические условия заводского двора таковы, что свеклу приходится поднимать с кагатного поля в заводское здание на значительную высоту, напр., до 10 метр., тогда в этом случае применяют в настоящее время, т. и., „маммут-насос“. При посредстве этого насоса возможно свеклу передавать из нижележащего гидравлического транспортера в вышележащий или же непосредственно в моечный аппарат.

Устройство „маммут-насоса“ таково: железная труба, изогнутая в виде латинской буквы U, у которой одно колено короче другого почти в два раза, располагается в колодце так, чтобы конец короткого колена трубы был в уровень с нижним гидравлическим транспортером, а конец длинного колена трубы был в уровень с верхним гидравлическим транспортером или с бортом моечного аппарата. Выше изгиба трубы и вблизи длинного колена его имеется кольцевая щель, закрытая снаружи герметичной камерой, внутрь которой по особой трубе накачивается компрессором сжатый воздух. Действие этого насоса будет таково: свекла вместе с водою из нижнего гидравлического транспортера поступает в открытый конец короткого колена трубы, опускается вниз последнего, достигает изгиба трубы, где действием сжатого воздуха она поднимается вместе с водою вверх

длиного колена трубы и через отары. Из конец его выбрасывается в верхний гидравлический транспортер или в моечный аппарат. Подъем свеклы по трубе совершается за счет энергии движения пузырьков сжатого воздуха и этот подъем свеклы облегчается еще тем, что вес столба воды в длинном колене трубы уменьшается, благодаря наличию в воде большого количества эмульсированного воздуха.

Труба, по которой свекла движется с водой, обычно имеет диаметр не менее 400 мм., причем длина большого колена должна быть не менее двукратной высоты подъема свеклы; труба, по которой подается сжатый воздух, имеет диаметр 80 мм.; давление нагнетаемого воздуха колеблется от 0,5 атм. до 0,75 атм.

§ 25. Самым существенным вопросом в данном случае является расход силы на приведение в действие „маммут-насоса“. Этот расход силы зависит от высоты подъема свеклы, количества поднимаемой свеклы и количества сопровождающей ее воды. К сожалению, для решения данного вопроса приходится руководствоваться пока исключительно практическими данными. Напр., по указанию Schneider'a (13), на одном чешском сахарном заводе был установлен „маммут-насос“, который за 22 часа поднимал 4.000 берк. свеклы вместе с 1.000% воды на высоту 9,1 метр., на что затрачивалось для работы компрессора 56 эффект. или 62 инд. лощ. сил. Напр., Stein (14) указывает, что на подъем 2.400 берк. свеклы в 24 часа на высоту 5 метр. на работу компрессора расходовалось 9 эффект. или 11 инд. л. сил. Фирма Борзинг, изготовляющая такого рода „маммут насосы“, указывает, что для подъема с семерным количеством воды 800 килогр. свеклы в 1 минуту, т. е. 6.000 берк. свеклы в сутки на высоту 5 метр. требуется на работу компрессора 27,5 эффект., или 32,5 инд. л. сил.

Для обслуживания „маммут-насоса“ не требуется более 2 рабочих на смену, из которых один находится у самого насоса, а другой у воздушного компрессора. Стоимость устройства одного „маммут-насоса“ с воздушным компрессором и паровой машиной к нему в довоенное время обходилась от 6.000 р. до 8.000 р. в зависимости от производительности и высоты подъема насоса.

В сущности говоря, при условии утилизации ретурного пара из паровой машины, приводящей в движение компрессор, расход топлива для подъема свеклы помощью „маммут насоса“ будет невелик. Предположим, в вышеуказанном случае, что расход перегретого пара на 1 инд. силу в 1 час будет 12,6 килогр., предполагая давление перегретого пара 10 атм. и ретурного 0,5 атм. Расход пара на паровую машину в 1 час будет:  $32,5 \times 12,6 = 410$  килогр. Тепло содержание 410 килогр. перегретого пара будет:  $410 \times 663 = 271.830$  калор. Тепло содержание 410 килогр. ретурн. пара будет:  $410 \times 640 = 262.400$  калор. Таким образом, расход тепла в пар. машине на подъем свеклы будет:  $271.830 - 262.400 = 9.430$  калор. Если допустить, что тепловорная способность кам. угля 6.800 калор., что в паровике используется 70% тепла угля, то расход угля на подъем свеклы в 1 час выразится:

$\frac{9430}{6800 \times 0,7} = 2$  килогр. При цене 1 пуда угля 20 коп. расход на топливо для подъема 1.000 берк. свеклы выразится около 10 коп.

§ 26. Как на существенное преимущество подъема свеклы „маммут насосом“, указывают: надежность безостановочного действия, т. к. конструкция насоса слишком простая, благодаря чему исключается возможность поломки его. Прочность насоса обуславливает

весьма продолжительное действие его без какого-либо ремонта. При под'еме свеклы таковая не ломается, как это обычно бывает в шнеке, вследствие чего не получается в отбросе хвостиков, количество которых достигает иногда до 2% по весу перерабатываемой свеклы. При под'еме „маммут-насосом“ свекловичные корни находятся в энергичном движении, причем они трутся друг о друга и омываются большим количеством воды, в результате чего свекла довольно хорошо отмывается от грязи и тем, если не исключается необходимость в моечном аппарате, то облегчается работа последнего.

В виду того, что вместе со свеклою поднимается вверх и сопровождающая ее вода гидравлического транспортера, тем самым иногда, т. е. при благоприятных топографических условиях, устраняется необходимость иметь особый насос для выкачивания грязной воды с гидравлического транспортера в отстойники для нее.

Обычно вода из „маммут-насоса“ отделяется от свеклы перед поступлением последней в моечный аппарат.

К числу недостатков „маммут-насоса“ следует отнести возможность скопления в трубах свеклы и значит остановки его, вследствие попадания в трубы вместе со свеклою из гидравлического транспортера крупных посторонних предметов. В таком случае закрывают плотно крышку, имеющуюся на выходном отверстии длинного колена трубы и продолжают накачивать внутрь трубы воздух, тогда последний силою своего давления выталкивает содержимое трубы через открытое короткое колено трубы. Если этот прием не достигает цели, то приходится проталкивать содержимое трубы помощью железной штанги. Конечно, устройство „маммут-насоса“ усложняется и удорожается, благодаря наличию компрессора для воздуха и при том нередко значительных размеров, требующего за собою тщательного ухода и расхода на смазку.

§ 27. Свекла, поступающая в завод в переработку, всегда имеет при себе большее или меньшее количество земли, приставшей к ней при копке, соломы, попавшей вместе с нею из буртов, камешки и прочие примеси; все это необходимо отделить от свеклы во избежание могущих быть затруднений при переработке ее. Напр., камни, попадая в резальную машину, портят в ней ножи, т. е. режущая поверхность последних становится неровной, благодаря чему получается свекловичная стружка неправильной формы: солома, попадающая вместе со свеклою в резальную машину, забивает в ней ножи, т. е. режущая поверхность последних становится несполна активной, вследствие чего производительность резальной машины уменьшается, а вместо свекловичной стружки получается свекловичная мязга; земля, песок (грязь), приставшие к свекле, если не будут отмыты от нее, поступят в получаемый диффузионный сок, чем загрязнят его. Из вышеизложенного явствует вся важность тщательной очистки перерабатываемой свеклы, что достигается перебиванием ее в воде в, т. н., *моечном аппарате*, или, попросту, в *свекло-мойке*. При конструировании моечного аппарата надо всемерно стремиться к тому, чтобы в нем свекла возможно полнее отмывалась от грязи, отделялась от камней и соломы. Конечно, при нахождении свеклы в гидравлическом транспортере она в значительной мере отмывается от приставшей к ней грязи, а при наличии особых ловушек она освобождается отчасти от сопровождающих ее камней. Однако, в целях получения в резальной машине свекловичной стружки хорошего качества, что является необходимым для успешной работы

на станции диффузии, а также для достижения экономии в расходе ножей для резальной машины, надо иметь моечный аппарат рациональной конструкции в достаточных размерах. Очевидно, моечный аппарат должен состоять из двух отделений. В первом отделении необходимо, чтобы свекловичные корни находились в скученном состоянии и подвергались бы энергичному перемыванию при перемешивании, что достигается устройством этого отделения в виде открытого полуцилиндра. Внутри которого вращается вал с кулаками; корни свеклы, находящиеся в этом отделении, будут тереться друг о друга, перемываться водою и передвигаться от одного конца к другому. Дно этого отделения должно быть наклонное для скатывания по нему камней; и, кроме того, оно должно быть двойное, при чем верхнее—дырчатое для удаления земли и песка. Во втором отделении следует, чтобы свекловичные корни находились не столь скученно, как в первом, чтобы поверхность воды в нем была по возможности спокойная, что является необходимым для сплава соломы, а в дне его имелось углубление, где могли бы собираться камни. Конечно, для полного отмывания от свеклы грязи и для удаления из нее камней и соломы необходимо, чтобы свекла находилась известный минимальный промежуток времени в моечном аппарате, каковой считается около 5 минут. Таким образом, об'ем моечного аппарата должен быть соответствующим суточной производительности завода. Вычислить этот об'ем не представляет особых затруднений, если учесть, что 1 куб. метр свеклы весит не менее 500 килогр. Напр., Heinze (15) считает, что время пребывания свеклы в моечном аппарате должно быть не менее 6 минут, при каковом условии он вычислял размеры моечного аппарата для разной суточной переработки завода, причем получил следующие результаты (см. таблицу V):

Таблица V.

Суточная переработка.		Об'ем мойки в куб. мет.	Диаметр мойки в милл.	Длина мойки метр.	Число оборотов вала.
в центнер.	в берк.				
8.000	2.000	3,6	1200	6,4	18
12.000	3.000	5,4	1400	7,0	17
18.000	4.500	8,1	1600	8,1	16
24.000	6.000	10,8	1800	8,55	15

Что касается суточной производительности моечного аппарата, то она зависит не только от размеров его, но и от числа оборотов вала с кулаками и вала с винтом или с ковшами, при посредстве которых свекла передвигается вдоль моечного аппарата и удаляется из него.

Из разных систем моечных аппаратов наибольшим распространением на русских сахарных заводах пользуются таковые, изобретенные Пустыньским, Добровольским и Рауде. По статистическим данным Толпыгина (16), в 1913—14 году было установлено: на 126 заводах мойки Пустыньского, на 34 заводах мойки Добровольского и на 24 заводах мойки Рауде.

§ 28. Мойка Пустыньского представляет собою клепанный из толстого (4 милл.) листового железа полуцилиндр шириною 1,5 метр., глубиною около 1,75 метр. и длиною около 5 метр., внутри которого проходит горизонтальный стальной вал с насаженными на него до

половины длины полуцилиндра кленовыми кулаками, не достигающими верхнего края полуцилиндра; назначение вала с кулаками — перемешивать свеклу и передвигать ее от одного конца полуцилиндра до другого. Вал делает 15 оборотов в 1 минуту. Дно передней половины полуцилиндра двойное и наклонное, причем верхнее дно дырчатое (отверстия шириною 15 мм. и длиною 50 мм.), а нижнее дно цельное и двускатное, имеющее по середине люк, закрываемый шибером. Дно задней половины полуцилиндра одинарное и цельное, имеющее по середине углубление (карман) с лазом. В конце полуцилиндра помещается, будучи непосредственно соединен с ним и расположен перпендикулярно оси его, наклонный шнек, имеющий диаметр винта 600 мм., шаг винта 400 мм., делающий 20 оборотов в минуту. В промежутке между кулачным валом и шнеком в верхнем крае полуцилиндра имеется прямоугольный вырез шириною около 1 метра и высотой около 0,25 метр., закрытый решеткой из железных прутьев.

Действие мойки таково: свекла из гидравлического транспорта, после отделения ее от воды, поступает по наклонной решетке в переднюю половину мойки, а вода по трубе накачивается в заднюю половину ее. Свекла кулаками перемешивается и передвигается от одного конца мойки к другому, причем грязь, приставшая к свекле, отмывается и осаждается на верхнем дырчатом дне, проходит через отверстия в нем и собирается на нижнем сплошном дне, откуда, при периодическом открывании люка, вымывается водою. Камни по наклонному дырчатому дну мойки скатываются в вышеозначенное углубление (карман) в одинарном дне ее, откуда при открывании люка могут быть удалены. Что касается соломы, то она всплывает на поверхность воды и вместе с отходящей водою удаляется через решетку. Вымытая свекла забирается из мойки шнеком и передается по наклонной решетке в элеватор. В виду того, что вместе с свеклою может попасть в шнек и вода, а потому для удаления ее днище желоба шнека делается на некоторую длину не сплошным, а дырчатым. Иногда в верхней части желоба шнека устанавливается поперек его трубка с отверстиями, в которую накачивается вода с целью омыwać свеклу, удаляемую из мойки.

Производительность мойки указанных размеров 4.000—4.500 берк-свеклы в сутки. Расход сил на приведение в движение мойки колеблется от 8 до 12 л. сил в зависимости от того, насколько равномерно будет поступать свекла в мойку. Heinze (17) дает нижеследующие указания относительно расхода силы на горизонтальную кулачную мойку со шнеком:

Производительность мойки берковц. в сутки.	Расход л. сил.
2.000	10
3.000	12
4.000	15
6.000	18

Необходимо заметить, что эти числа расхода силы на приведение в движение мойки следует признать преувеличенными. Более вероятно расход силы на приведение в действие мойки Пустынского таков:

Производительность мойки берк. в сутки.	Расход л. сил.
2.000	6
3.000	8
4.000	10

Относительно расхода воды на мойку следует заметить, что таковой принято считать около 50% по весу свеклы; но, разумеется, он всецело будет зависеть от скорости движения воды в мойке.

Как на существенный недостаток мойки Пустынского, указывают, что в кармане для камней, находящемся в днище ее, собирается свекла, благодаря чему камни мнут ее и забираются вместе со свеклою шнеком. Кроме того, уровень воды в мойке, благодаря действию вращающегося вала с кулаками, не остается достаточно спокойным, в результате чего солома не вполне сплавляется из мойки и вместе со свеклою также забирается шнеком. В виду того, что мойка снабжена шнеком для удаления из нее свеклы, это также относят к недостаткам данной мойки, так как шнек отламывает хвосты у свекловичных корней.

§ 29. Мойка Добровольского представляет собою два клепанных из толстого (4 мил.) листового железа полуцилиндра, сопрягающихся друг с другом, из которых первый, составляющий переднюю часть мойки, имеет ширину около 1,5 метр., глубину около 1,75 метр. и длину около 3,5 метр. и второй, составляющий заднюю часть мойки, имеет ширину около 1,75 метр., глубину 1,75 метр. и длину около 1,75 метр. Внутри первого полуцилиндра проходит горизонтальный стальной вал с насаженными на него железными лопастями, не достигающими верхнего края полуцилиндра; назначение вала с лопастями—перемешивать свеклу и передвигать ее от одного конца полуцилиндра до другого. Дно этого полуцилиндра двойное и горизонтальное, причем верхнее дно дырчатое, а нижнее дно цельное, имеющее по длине три люка, закрываемые шиберами. Первый цилиндр отделяется от второго железной перегородкой, не доходящей до дна на половину высоты полуцилиндра. Второй полуцилиндр разделен двумя железными перегородками на три части, из которых первая часть отделена глухой железной перегородкой, а вторая—железной перегородкой, не доходящей до дна на половину высоты полуцилиндра. Над вторым полуцилиндром проходит горизонтальный стальной вал, с насаженными на него особого устройства черпаками; назначение вала с черпаками—пересбрасывать свеклу из одной части полуцилиндра в другую. Дно этого полуцилиндра одинарное и цельное, имеющее по длине два люка, закрываемые шиберами. В средней части и вверху второго полуцилиндра имеется отверстие, через которое отходящая вода поступает на решетку. Число оборотов вала с черпаками и вала с лопастями должно быть срегуларовано так, чтобы свекла непрерывно передвигалась от одного конца мойки до другого и непрерывно удалялась из мойки. Обычно вал с лопастями делает около 15 оборотов, а с ковшами около 10 оборотов в 1 минуту. Действие мойки таково: свекла из гидравлического транспортера после отделения ее от воды, поступает по наклонной решетке в переднюю часть мойки, где она лопастями перемешивается и передвигается от одного конца мойки к другому, причем грязь, приставшая к свекле, отмывается и осаждается на дырчатом дне, проходит через отверстия в нем и собирается на нижнем сплошном дне, откуда, при периодическом открывании люков, вымывается водою. Свекла посту

падает из первого отделения мойки во второе через свободный проход под переборкой, отделяющей их друг от друга, захватывается черпаками и перебрасывается через переборку из первой части этого отделения во второе, откуда поступает в третью часть того же отделения через свободный проход под переборкой, отделяющей их друг от друга, захватывается черпаками и выбрасывается из мойки на наклонную решетку, откуда она попадает в элеватор. Камни, могущие сопровождать свеклу, попадают в люки, откуда могут быть удалены вместе с водою, при открывании шиберов. Камни не захватываются черпаками вместе со свеклою потому, что черпаки посажены на вал так, что они не достигают дна мойки. Что касается соломы, то она всплывает на поверхность воды и вместе с отходящей водою удаляется через решетку. В том месте мойки, где расположена решетка, через которую вода удаляется из мойки, отсутствуют какие либо движущиеся части, т. е. кулаки, черпаки, а потому в этом месте мойки уровень воды будет спокоен и солома вся всплывает на поверхность ее.

Между производительностью мойки и ее размерами существуют нижеследующие соотношения (см. таблицу VI):

*Таблица VI.*

Суточная пропав. в берков.	Общая длина мойки милл.	Длина передней части милл.	Ширина передней част. милл.	Глубина передн. части метр.	Длина задней части милл.	Ширина задней части милл.	Глубина задней части милл.
2000	4000	2500	1100	1530	1500	2140	2140
3000	4630	3000	1300	1650	1630	2200	2200
4000	5050	3400	1400	1800	1650	2300	2300
5000	5300	3500	1600	2100	1800	2700	2700

Расход силы на приведение в движение мойки Добровольского несколько больший (на 25%), чем равной производительности мойки Пустынского. Собственный вес свекломойки на 4.500 берк. около 10.000 килогр. Стоимость свекломойки на 4.500 берк. в довоенное время была около 4.000 р. з.

Мойка Добровольского считается рациональной, т. к. в ней осуществлены условия, благоприятные для отмывания от свеклы грязи и для отделения от нее камней и соломы.

**§ 30.** Мойка Рауде представляет собою клепанной из толстого (4 милл.) листового железа цилиндр диаметр. около 2 метр., высотой около 2 метр., имеющий сверху цилиндрическое же расширение диаметр. около 2,5 метр. и высотой около 0,5 метра. Дно этого цилиндра двускатное и по обоим сторонам цилиндра внизу имеются лазы. Внутри цилиндра находится вертикальный стальной вал с насаженными на него лопастями, соответственно расположенными, назначение которых перемешивать свеклу и направлять ее снизу вверх; вал с лопастями делает около 15 оборотов в 1 минуту. К цилиндру сбоку примыкает поставленный наклонно (под углом 30°—40°) шнек, имеющий диаметр винта 600 милл., шаг винта 400 милл. длину 3—4 метра, делающий около 20 оборотов в 1 минуту; при посредстве этого шнека свекла непрерывно удаляется из мойки. В месте примыкания шнека к цилиндру имеется сверху водослив, а ниже уровня стояния воды здесь перед шнеком устанавливается наклонно решетка, назначение которой воспрепятствовать соломе,

всплывающей на поверхность воды, попасть вместе со свеклою в шнек. Производительность мойки указанных размеров составляет около 4.000 берк. свеклы в сутки. Расход сил на приведение в движение мойки означенной производительности около 8 л. с.

Как на преимущество этой мойки, возможно указать, что в ней весьма хорошо удаляются камни, сопровождающие свеклу, а как на недостаток то, что в ней очень плохо отмывается от свеклы грязь, т. к. корни свеклы, двигаясь по кругу, только касаются, а не трутся друг о друга. Вот почему эту мойку следует устанавливать там, где почва каменная и не черноземная; но в этом случае более целесообразно устанавливать ее вместо камнеловушки.

**§ 31.** Свекломойка помещается на кирпичном фундаменте на полу первого этажа заводского здания, причем свекла из гидравлического транспортера подается на мойку посредством подъемного колеса, шнека, или же свекломойка помещается на кирпичном фундаменте на полу подвального этажа, причем свекла из гидравлического транспортера по наклонной решетке поступает в мойку. Во всяком случае, свекломойка должна быть установлена так, чтобы к ней был доступ со всех сторон и особенно снизу, где расположены люки, лазы для чистки мойки. Пол под свекломойкой делается кирпичный цементированный и с уклоном не меньше 5 милл. на 1 метр в сторону двух кирпичных ям, служащих приемниками грязной воды, стекающей с мойки. Эти ямы, имеющие, напр., размеры  $2 \times 2 \times 1,5$  метр, сверху закрываются железными решетками, на поверхности которых остаются свекловичные корни, хвостики и ботва, солома, а на дне ям осаждаются земля, песок и мелкие камешки. Вода, собирающаяся в яме, откачивается непрерывно насосом в отстойники или же на поля орошения. Обычно в те же ямы поступает вода из гидравлического транспортера после отделения ее от свеклы. Разумеется, наличие двух ям необходимо для непрерывности работы: в то время как в одну яму поступает грязная вода, другая яма подвергается чистке.

Принимая во внимание, что мойка свеклы является операцией грязной, а потому свекломойку рекомендуют устанавливать в отдельном помещении—просторном, светлом и вентилируемом. Если помещение, в котором находится свекломойка, будет неотапливаемое и невентилируемое, то в нем будет скопляться влажный воздух, а в зимнее время будет стоять туман, т. к. вода, применяемая для мойки свеклы, обычно берется из барометрического ящика, т. е. теплая. Наличие влажного воздуха в моечном помещении нежелательно потому, что ремни на трансмиссии для мойки, шнека, насосов будут сильно вытягиваться и их придется довольно часто перенизывать, что сопряжено с остановкой мойки; во избежание этого нежелательного явления применяют в этом случае, вместо кожаных ремней—резиновые или из верблюжьей шерсти. Что касается тумана, то, благодаря наличию его в моечном помещении, становится весьма затруднительным обслуживание мойки.

В некоторых вновь выстроенных перед мировой войною сахарных заводах свекломойки были поставлены в первом этаже заводского здания, причем избегались вышеизложенные отрицательные последствия, вызываемые влажностью воздуха и в особенности в холодное время производства.

**§ 32.** Для успешного действия свекломойки надлежит в конце каждой смены чистить таковую, для чего приходится удалить из нее свеклу и спустить воду, причем надо следить за тем, чтобы в

камнеловушке не залеживалась и не загнивала свекла, чтобы вместе с соломой, ботвой не выбрасывались крупные свекловичные хвостики, которые надлежит возвращать в резальную машину; необходимо также осматривать железные решетки, прикрывающие ямы для сточной воды, т. к., в случае поломки их, через полученные щели вместе с отходною водою могут быть унесены хвостики, ботва, солома, которые забьют отверстие в заборной трубе и клапаны насоса. Немедленно после окончания чистки свекломойки следует удалить из моечного помещения грязь, сор и вообще поддерживать в нем должную чистоту.

Для облуживания одной свекломойки производительностью до 4.000 берк. свеклы в сутки вполне достаточно на смене 3 человека.

В мойке получается потеря веса свеклы, благодаря отмыванию земли, пристававшей к свекловичным корням и вследствие отламывания хвостиков у свекловичных корней. Pellet (18) произвел опытные наблюдения с целью выяснения величины потери веса свеклы в мойке, причем получил такие результаты (см. таблицу VII):

Таблица VII.

Опыт №	Потеря веса свеклы %
I	2,78
II	2,60
III	2,50
IV	2,42
V	2,19
VI	2,04
VII	1,93
VIII	1,81

В среднем потеря веса свеклы была около 2,2%, причем хвостики получалось около 1,5%, и, т. о., на грязь приходилось около 0,7%.

**§ 33.** Воды, служившие для транспортирования свеклы в гидравлическом транспортере и равно служившие для перемывания свеклы в свекломойке, и отделенные от свеклы, являются загрязненными водами, благодаря наличию в них сравнительно большого количества взвешенных и растворенных веществ минерального и органического характера. Конечно, степень загрязнения этих вод возрастает, когда они неоднократно возвращаются в работу. В этих водах в взвешенном состоянии находятся земля, песок, солома, ботва, кусочки свекловичных корней и пр., а в растворенном виде в ней могут быть вещества, которые извлекаются путем выщелачивания из почвы, пристававшей к свекловичным корням и путем диффузии из свекловичных корней в местах излома, среза и поранения их. Вот почему, эти воды не могут быть спущены в общественные водоемы без предварительной очистки их, а потому они подвергаются отстаиванию в особых отстойниках; но при этом необходимо, чтобы взвешенные вещества органического происхождения удалялись из воды по возможности быстро во избежание гниения их, а в противном случае эти воды должны быть подвергнуты биологической очистке, с каковою целью они должны выкачиваться на поля орошения.

Конечно, состав воды из гидравлического транспортера и из свекломойки будет подвержен колебаниям в зависимости от количества

земли, приставшей к свекле, что в свою очередь находится в связи с качеством свекольной почвы, состояния погоды во время копки свеклы, от степени сохранности свеклы (свежая, мерзлая) и проч. Некоторой характеристикой состава воды мочевой и гидравлического транспортера могут служить результаты, полученные Лиховицеров (19) при анализе таких вод (см. таблицу VIII):

Таблица VIII.

	В 1 литре воды миллиграм.			
	Твердого остатка	Потеря при прокаливан.	Остаток после прокаливания.	Раствор. орг. веществ.
Взвешен. веществ. . . . .	2800	1130	1690	—
Раствор. веществ. . . . .	600	289	311	779
Сумма . . . . .	3420	1419	2011	—
Взвешен. веществ. . . . .	2230	540	1690	—
Раствор. веществ. . . . .	436	160	276	562
Сумма . . . . .	2666	700	1966	—
Взвешен. веществ. . . . .	2188	134	2034	—
Раствор. веществ. . . . .	450	230	220	1380 <sup>*)</sup>
Сумма . . . . .	2638	364	2274	—

При анализе одной из проб означенной воды было обнаружено:

Плотность по Брикву . . . . .	0,5	} в 1 литре.
Сахара % . . . . .	0,104%	
Хлора . . . . .	8,5 миллигр.	
Азотной кислоты . . . . .	2,3	

Азотистой к., аммиака и сернистых соединений не обнаружено.

§ 34. Для очищения воды с гидравлического транспортера и из свекломойки применяются т. н. *отстойники*, которые представляют собою выкопанные в земле, выложенные кирпичем бассейны, прямоугольной формы, расположенные один непосредственно около другого; дно бассейна желательно делать с уклоном в одну сторону, и при этом непременно в сторону притока загрязненной воды для более удобного удаления из него грязи. Емкость отстойников вычисляется на основании данных из практики, а именно: на каждые 1.000 берк. суточной переработки завода необходимо иметь отстойники общей емкости не менее 500 куб. метр., т. е. в частном случае на сахарном заводе, перерабатывающем в сутки 4.000 берковцев свеклы, объем означенных отстойников должен быть не менее 2.000 куб. метр. При устройстве отстойников надо стремиться к тому, чтобы они имели большую площадь зеркала воды, т. к. при этом достигается меньшая скорость движения воды в отстойниках, что является основным условием успешного действия их. Глубина отстойников обычно не превышает 2 метр. Напр., опытами установлено, что при скорости течения воды в отстойниках около 0,01 метр. в 1 секунду и пребывания ее в них в течение 6 часов осаждается 60% — 70% взвешенных веществ.

Однако, не следует преувеличивать значения чрезмерно малой скорости движения загрязненной воды через отстойники, т. к. не существует прямой зависимости между скоростью движения воды и ко-

<sup>\*)</sup> Свекла мерзлая.

личеством осажденных взвешенных веществ. Напр., *Steuernage!* (20) при своих наблюдениях получил следующие результаты:

Скорость движения воды в метр. в сек.	Количество осажденных взвешенных веществ %.
0,004	72,31
0,020	69,08
0,040	58,90

Кроме того, замечено, что при большой скорости движения воды получается грязь по объему меньше, как то подтверждается результатами наблюдений вышеназванного исследователя:

На 1.000 куб. метр. сточной воды	
при 0,004 метр. скорости	4,04 куб. метр. грязи
„ 0,020 „ „	2,57 „ „ „
„ 0,040 „ „	1,84 „ „ „

Объясняется это тем, что при большой скорости движения воды осаждающаяся в отстойниках грязь получается более плотной, т. е. с большим содержанием сухих веществ.

Напр., при 0,004 метр. скорости грязь содержит	4,43%	сухих вещ.
„ 0,020 „ „ „	7,13%	„ „
„ 0,040 „ „ „	8,66%	„ „

Конечно, количество осаждаемых из воды взвешенных веществ зависит от характера таковых: напр., песок осаждается скорее, чем чернозем. Отстойники должны быть соединены между собою каналами и стенки их снабжены окнами, чтобы вода могла проходить последовательно через все отстойники, минуя тот, который подвергается чистке. При чистке отстойника вода с илом выкачивается из него на поля орошения, а плотный осадок вывозится в поле, как удобрение.

**§ 35.** Вымытую свеклу приходится поднимать из свекломойки, находящейся на полу заводского здания, в автоматические весы для взвешивания перерабатываемой свеклы, находящиеся под потолком заводского здания, т. е. на высоту 15—20 метр. С означенной целью служит цепной элеватор. Устройство элеватора таково. В железной или деревянной клетке, надлежащей высоты, вверху и внизу ее располагаются вращающиеся чугунные барабаны (шкивы), через которые перекидывается бесконечная стальная цепь с насаженными на нее железными ковшами (карманами), имеющими вид неравносторонних трехгранных призм. Ковши должны быть не только достаточного объема, но и таких размеров, чтобы в них могли свободно помещаться корни свеклы несколько более, чем нормальной величины, а именно: ширина 400—600 милл., высота 400—500 милл., глубина 350—400 милл. Карманы имеют в днище прорезы для стока через них воды, приставшей к свекле; с задней стороны к каждому карману прикрепляется железная планка шириною 250 милл. и длиною на 200 милл. более ширины кармана; назначение этих планок состоит в том, что при посредстве их карманы прикрепляются к цепи и, кроме того, концы их служат направляющими при движении карманов. Цепь, на которой укрепляются карманы, должна быть стальная, состоящая из звеньев толщиной около 25 милл., изготовленная из стальной болванки, у которой удалена верхняя четверть, как могущая иметь ликвации, обычно обуславливающие собою частый раз-

рыв цепи. Результаты механического испытания такой цепи считаются удовлетворительными, если они таковы:

предел упругости . . . . .	25	килогр.	на кв. милл.,
разрывной груз . . . . .	50	"	" " "
удлинение не менее . . . . .	25%	"	" " "

Содержание углерода в стали цепи должно быть не менее 0,3%. В настоящее время изготавливаются т. н. универсальные цепи, состоящие из отдельных звеньев, которые, в случае разрыва, могут быть быстро сменяемы. Карманы прикрепляются к звеньям цепи посредством болтов, проходящих через задние стенки карманов там, где к ним прикреплены означенные планки; иногда с задней стороны карманов приклепываются крючья, которыми они подвешиваются к звеньям цепи; последний способ укрепления на цепи удобнее, т. к. легче удалить тот или иной карман в случае порчи его или удлинения цепи. Нередко применяют для укрепления карманов две цепи, но это едва ли целесообразно, т. к., при условии доброкачественной стали и достаточных размеров звеньев ее, вполне возможно избежать разрыва цепи, а между тем при наличии двух цепей, которые всегда неравномерно вытягиваются, карманы будут перекашиваться. Вместо цепи для укрепления карманов иногда пользуются пеньковым пассом шириною 500 милл. и толщиной 25 милл. Карманы прикрепляются к такому пассу посредством двух железных планок и четырех болтов. Цепь с ковшами натягивается на два чугунных барабана с бороздой для цепи; эти барабаны имеют обычно диаметр около 1,25 метр. и ширину на 100 милл. шире ковша; барабаны своими стальными осями укрепляются в подшипниках, из которых обычно нижний подвижной, благодаря чему представляется возможность натягивать цепь по мере ее растягивания; барабаны делают в 1 минуту 8—12 оборотов. Для остановки элеватора с грузными карманами в любом положении, на вал верхнего барабана насаживается храповое колесо с собачкой. Карманы, при помощи прикрепленных к ним сзади железных планок, ходят в направляющих, составленных из углового железа, укрепленного в стойках элеватора; кроме того, в тех же стойках по высоте их и со стороны движения грузных свеклю карманов, устанавливаются на некотором расстоянии друг от друга чугунные ролики, которыми и поддерживается цепь при своем движении. Скорость движения цепи, а вместе с этим и карманов обычно 0,5—0,75 метр. в 1 секунду.

Свекла должна поступать из мойки по наклонной решетке в элеватор по крайней мере на высоте 2-х карманов, считая от оси нижнего барабана. Свекла должна выпадать из элеватора на наклонную решетку в весы по крайней мере ниже 3-го кармана, считая от оси верхнего барабана. Клетка, внутри которой движется цепь с карманами, имеет снаружи деревянную, но обязательно съемную обшивку. Если элеватор будет неправильно устроен или неверно установлен, тогда свекла или плохо забирается или не туда, куда следует, выбрасывается, карманы перекашиваются и цепляются за обшивку элеватора, цепи рвутся. Вот почему, несмотря на простоту своей конструкции, элеватор является нередко причиной остановок. В конце каждой смены надо производить очистку и осмотр элеватора. При очистке следует удалять из карманов скопившуюся в них солому, ботву и вообще грязь, которые засоряют отверстия в ковшах, через которые стекает вода со свеклы. При осмотре обра-

уделять внимание на гайки, которыми привинчены карманы к цепи, т. к. попадание их в свеклорезку сопровождается порчей ножей в последней; разумеется, при развинчивании гаек вполне возможно отрывание кармана от цепи, что может сопровождаться не только порчей обшивки элеватора, но и разрывом цепи его.

Производительность элеватора зависит от числа оборотов ведущего барабана и от размера ковшей, и она может быть определена по формуле:

$$T = d \times i \times \varphi \times V \times 60 \times \gamma,$$

где обозначают:  $T$ —производительность элеватора в килогр. в 1 мин.

$d$ —число карманов на 1 метре длины цепи;

$i$ —объем кармана в куб. метр.;

$V$ —скорость движения цепи в метр. в 1 сек.;

$\varphi$ —степень наполнения карманов;

$\gamma$ —вес 1 куб. метра свеклы в килогр.

Если карманы будут иметь размеры: ширина 500 мм., высота 450 мм., глубина 350 мм., то объем кармана будет:  $i = 0,040$  куб. метр., и если барабан диаметр. 1,25 метр. будет делать в минуту 10 оборотов, то скорость движения цепи может быть определена по формуле:

$$V = \frac{\pi D \times n}{60},$$

где  $D$  — диаметр барабана,  $n$  — число оборотов его в минуту, и в частном случае при  $D = 1,25$  метр.,  $n = 10$ , скорость движения цепи будет  $V = 0,65$  м.;

число карманов на 1 метре длины цепи, т. е.  $d$ , определяется из формулы:

$$m = \frac{2H + \pi D}{a + b}$$

где  $m$  — число карманов в элеваторе,  $H$  — высота элеватора, т. е. расстояние между центрами барабанов в метр.,  $D$  — диаметр барабана в метр.,  $a$  — высота кармана в метр. и  $b$  величина прозоров между карманами, и если  $H = 15$  метр.,  $D = 1,25$  метр.,  $a = 0,45$  метр. и  $b = 0,025$  метр., то  $m = \frac{2 \times 15 + 3,14 \times 1,25}{0,475} = 70$  карманов; но дли-

на цепи, равной  $2H + \pi D = 30 + 3,14 \times 1,25 = 33,925$  метр., а потому на 1 метре длины цепи располагается  $d = \frac{70}{33,925} = 2,2$  карман. Вставляя

в вышеуказанную формулу для  $T$  значения:  $d = 2,21$ ,  $i = 0,04$  куб. метр.,  $V = 0,65$  метр.,  $\varphi = 30\%$ ,  $\gamma = 500$  килогр., получим:  $T = 2,21 \times 0,04 \times 0,30 \times 0,65 \times 60 \times 500 = 516,75$  килогр. в 1 минуту, или около 4.000 берк. свеклы в сутки.

Расход силы на приведение в движение элеватора определяется по формуле:

$$N = \frac{1}{\eta} \times \frac{T \times 1.000 \times H}{3600 \times 75}$$

где обозначают:  $\eta$  — механический коэффициент полезного действия элеватора и обычно  $\eta = 0,5$ ;

$T$  — количество свеклы в тонн., поднимаемое в 1 ч.;

$H$  — высота под'ема свеклы в метр.

Если  $\eta = 0,5$ ,  $T = 33$  тонны в час, или 4.000 берк. в сутки,  $H = 15$  метр., то, вставляя значения в формулу для  $N$ , получим:

$$N = \frac{33 \times 1.000 \times 15}{0,5 \times 3600 \times 75} = 3,7 \text{ л. с.}$$

В практике принято считать расход силы на элеватор указанной производительности от 4 л. с. до 5 л. с. Стоимость элеватора высотой 15 метр. в довоенное время была 2,500 з. руб. Собственный вес элеватора высотой 15 метр. около 8,000 килогр.

**§ 36.** Для химико-технического учета сахарного производства необходимо знать количество сахара, введенного в сырье, т. е. содержавшегося в свекле, количество сахара, потерянного в отбросах, т. е. разность между двумя этими величинами будет количество сахара, полученное в продукте, или, что то же, выход сахара по весу свеклы. Очевидно, чтобы знать количество сахара, введенного в сырье, необходимо точно определить вес переработанной свеклы и среднее содержание в ней сахара. Для определения веса перерабатываемой свеклы служат автоматические весы для взвешивания ее. По статистическим данным Толпыгина (21) за 1913—1914 г., из 260 русских сахарных заводов только на 84 заводах были установлены автоматические весы для взвешивания свеклы, а потому в большинстве случаев приходится прибегать к косвенному определению веса переработанной свеклы. С этой целью используются два метода: первый—определение веса переработанной свеклы по числу сделанных диффузоров, зная средний вес нагрузки 1 ведра емкости диффузора, и второй—определение веса полученного диффузионного сока, зная среднее процентное содержание сахара в свекле и среднюю потерю сахара в диффузионных отбросах. Из этих косвенных методов определения веса переработанной свеклы пользуется наибольшим распространением первый.

**§ 37.** Предположим, что в частном случае на заводе имеется диффузионная батарея, состоящая из 14 диффузоров по 450 ведер емкости каждый. Допустим, при неоднократных за производство непосредственных взвешиваниях свекловичной стружки оказалось, что средняя нагрузка ее на 1 ведро емкости диффузора составляет 16 фунтов. Таким образом, нагрузка одного диффузора будет:  $\frac{450 \times 16}{40} = 180$  пуд., или 15 берк. Если за 10 суток производства было сделано 2,500 диффузоров, то завод переработал:  $2,500 \times 15 = 37,500$  берк., или в 1 сутки 3,750 берковцев.

Но этот способ определения веса переработанной свеклы не отличается точностью, так как средняя нагрузка единицы емкости диффузора зависит от многих факторов, а потому подвержена различным колебаниям. Напр., нагрузка свекловичной стружки на 1 ведро емкости диффузора зависит: от качества перерабатываемой свеклы (свежая, вялая), от качества получаемой свекловичной стружки (тонкая, толстая), от способа набивки диффузора (с утрамбовкой или без нее). В случае переработки ненормальной свеклы нагрузка на 1 ведро емкости диффузора может весьма различаться от обычной; напр., при переработке свеклы мерзлой, но оттаявшей, нагрузка может быть вместо 16 ф. на 1 ведро 18 ф., и т. п. Отсюда следует, что означенный метод определения веса перерабатываемой свеклы является весьма неточным, и может повлечь за собою большие погрешности при составлении химико-технического учета производства.

**§ 38.** Предположим, что в частном случае в среднем за смену переработанная свекла содержала 17% сахара, и был получен диффузионный сок состава:

Брикэ . . . . . 17,0  
Сахар . . . . . 15%  
Доброкач. . . . . 88.

Жом содержал 0,35% сах., причем количество его было 100% по весу свеклы и диф. вода содержала 0,12% сахара, причем количество ее было 125% по весу свеклы; таким образом, потеря сахара в диффузионных отбросах была:  $0,35 \times 1 + 0,12 \times 1,25 = 0,5\%$  по весу свеклы. Количество диффуз. сока по весу свеклы будет:

$$\frac{(17,0 - 0,5) \times 100}{15} = 110\%.$$

Если за смену было откачено всего, судя по показаниям автоматического счетчика у мерника, 33.100 ведер диффузионного сока при температуре 35°С, то плотность этого сока будет при означенной температуре равна 16 Бр. и уд. вес его 1,0635, а потому вес полученного диффузионного сока будет:  $\frac{33.100 \times 30 \times 1,0635}{40} = 26.400$  пуд.

Принимая во внимание, что количество полученного диффузионного сока составляет 110% по весу свеклы, а потому за смену было переработано свеклы  $\frac{26.400 \times 100}{110} = 24.000$  пудов или 2.000 берк. Этот

способ определения количества переработанной свеклы более точен, чем предыдущий, но он сложнее; кроме того, при нем необходимо производить правильное определение веса диффузионных отбросов и содержание в них сахара.

**§ 39.** Для осуществления надлежащего химико-технического контроля производства и составления правильного химико-технического учета производства необходимо наличие в сахарном заводе автоматических весов для взвешивания перерабатываемой свеклы. Наибольшим распространением пользуются таковые весы системы „Chronos“, изготовляемые фирмой Reuther и Resert в Henneffe. Напр., по статистическим данным Толпыгина (22), в 1913—1914 г.г. из 84 русских сахарных заводов, имевших автоматические весы, были установлены на 59 заводах весы „Хронос“ и в остальных 25 заводах весы других систем. Устройство весов сложное в деталях, весьма простое в главном. На чугунной станине помещается равноплечее коромысло, на одном плече которого подвешивается железная коробка с грузом в виде чугунных плит, а на другом железный ящик, особой формы, открытый сверху, и имеющий откидную переднюю стенку (приемник). Свекла из элеваторов непрерывно падает в приемник и, когда он будет наполнен свеклою, тогда он опрокидывается, причем свекла высыпается из него через откидную переднюю стенку; в этот момент доступ свеклы в приемник прекращается и она поступает из элеватора в особый сборник с откидным дном, находящийся над приемником. После того, как свекла высыпится из приемника, последний становится в свое первоначальное положение, дно вышеуказанного сборника откидывается, и свекла, содержавшаяся в нем, высыпается в приемник и т. д. Вес одной нагрузки приемника свеклою находится в зависимости от размеров весов, которые могут быть:

№ 1 с наполнением	300 килогр.	для	2000—3000 берк.	суточной перераб.
№ 2	400	„	3000—4000	„
№ 3	500	„	4000—5000	„

Приемник наполняется и опорожняется дважды в 1 минуту, т. е.

весы совершают два взвешивания в 1 минуту. В виду того, что опрокидывание приемника со свеклою происходит при некотором перевесе против установленного равновеса, и этот перевес, достигающий иногда 25 килогр., зависит от числа и размеров свекловичных корней, падающих в приемник после того, как в нем будет уже содержаться вес свеклы, равный установленному равновесу, то, очевидно, вес взвешиваемой свеклы при каждом опрокидывании приемника будет состоять из двух слагаемых: из величины равновеса и величины перевеса.

Весы снабжены двумя счетчиками, расположенными один над другим и показывающими два ряда чисел. Верхний счетчик суммирует при каждом опрокидывании приемника вес свеклы, равный равновесу, а нижний счетчик суммирует при каждом опрокидывании приемника вес свеклы, равный перевесу. Таким образом, для определения веса взвешиваемой свеклы необходимо сложить показания того и другого счетчика. Напр., в начале и в конце смены было показание счетчиков:

Верхнего (равновес).	Нижнего (перевес).
13.690.500	0.116.885
13.300.500	0.113.445
Разница: 390.000	3.440

Итого за смену  $390.000 + 3.440 = 313.440$  килогр., или 2.000 берковц. Устройство приспособления весов, посредством которого достигается возможность фиксировать перевес свеклы, при каждом взвешивании ее, схематически таково: на конце того плеча коромысла, на котором подвешен приемник для свеклы, подвешивается свободно чугунная серьга, соединенная, посредством стальной ленты, с металлическим роликом, через который проходит наглухо закрепленный стержень маятника, причем нижний конец последнего несет груз, а верхний опирается в конец зубчатой рейки, находящейся в соединении с нижним счетчиком для перевеса. При взвешивании приемник для свеклы опустится тем ниже, чем больше будет перевес, а вместе с этим опустится глубже серьга и через посредство стальной ленты с роликом на больший угол отклонится маятник и дальше продвинется зубчатая рейка, находящаяся в соединении с циферблатом нижнего счетчика для перевеса. Весы взвешивают свеклу с точностью до 0,1 килогр. Необходимо иметь в виду, что точность взвешивания свеклы на автоматических весах зависит от того, насколько содержится в чистоте приемник для свеклы и насколько тщательно смазаны движущиеся части весов. Напр., Herzfeld (23) производил контрольные взвешивания свеклы на автоматических весах и на десятичных весах, причем получил такие результаты (см. табл. IX):

*Таблица IX.*

Автоматические весы.	Десятичные весы.	Разница в %.
412,0 килогр.	418,85 килогр.	+ 1,66
405,0    "	411,00    "	+ 1,48
402,0    "	404,00    "	+ 0,497
415,0    "	418,00    "	+ 0,720
411,0    "	407,70    "	+ 0,660
404,0    "	413,65    "	+ 0,659
	407,80    "	+ 0,940

Отсюда следует, что периодически показания автоматических весов должны быть проверяемы контрольным взвешиванием свеклы на десятичных весах. Весы перед производством подлежат тщательно очистке и смазке, проверить показания их посредством поверочных взвешиваний, и в случае обнаружения отклонения веса нагрузки от той, на которую предназначены весы, необходимо произвести соответствующую регулировку весов; кроме того, следует показания счетчиков привести в нулевое положение.

Весы устанавливаются над свеклорезкой на такой высоте и в таком положении, чтобы взвешенная свекла из приемника могла поступать по плоскому железному желобу, имеющему уклон в  $35^{\circ}$ — $40^{\circ}$  С, в свеклорезку. При установке автоматических весов подлежит учесть в виду, что они имеют размеры в высоту около 1,75 метр., по длине около 2,5 метр. и по ширине около 2 метр. Для смягчения ударов при опрокидывании приемника свеклы следует при установке весов подкладывать деревянные брусья между основанием станины весов и поверхностью опорной балки.

Весы целесообразно ограждать сеткой или решеткой, чтобы показания их были вне влияния обслуживающего свеклорезку рабочего, так как нередко последний, чтобы не останавливать свеклорезку из-за недочета свеклы до окончания нагрузки диффузора, действуют на приемник весов собственным весом и тем вызывают преждевременное опоражнивание его.

При опоражнивании приемника весов в свеклорезку высыпается сразу большое количество свеклы, что отражается на равномерности хода свеклорезки, а вместе с этим и на качестве получаемой свекловичной стружки. Во избежание этого ненормального явления целесообразно между весами и свеклорезкой устанавливать особый сборник для свеклы, из которого поступление свеклы в свеклорезку могло бы быть регулируемо. На сахарных заводах пользуются также некоторым распространением автоматические весы для свеклы „Libra“, изготовляемые фирмой Giesmarod в Braunschweig'e. Принципы конструкции весов такой же, как и весов „Chronos“ и они отличаются друг от друга только деталями конструкции.

Стоимость весов „Chronos“ в довоенное время была 3.000 р. Собственный вес весов „Chronos“ № 3 около 4.500 килограмм.

§ 10. Современный диффузионный способ извлечения сахара из свеклы основан на физико-химическом процессе диффузии через мембрану, роль которой играют стенки свекловичных клеток, сахара из свеклы в окружающую ее воду. Для успешного осуществления этого процесса в заводской обстановке, необходимо озаботиться осуществлением таких условий, при которых получаемый сок был бы наибольшей концентрации, а потери сахара в отбросах были бы наименьшие. С этой целью свекла должна быть изрезана надлежащим образом и для чего пользуются *резальной машиной*, или, что то же, *свеклорезкой*, соответствующей конструкции. Очевидно, чтобы процесс диффузии сахара из свеклы в воду протекал скорее и полнее, необходимо свеклу изрезать на пластинки такой формы, при которой на наименьшую площадь профиля пластинки приходился бы наибольший периметр ее, а это равнозначно, чтобы на наименьший вес пластинки приходилась наибольшая поверхность ее. Кроме того, следует учитывать, чтобы пластинки свеклы имели такую форму, при которой они, будучи помещены в воду тесно друг около друга, могли бы омываться со всех сторон водой. Наконец, необхо-

димо иметь в виду, что процесс извлечения сахара из свеклы посредством воды осуществляется в отдельных сосудах, числом обычно 12, имеющих высоту нередко около 2,5 метра каждый и соединенных в одну систему так, что вода проходит последовательно через все эти сосуды, будучи накачиваемая насосом под давлением в один из них, а потому пластиковые свеклы должны быть такой формы, при которой они оказывали бы достаточное сопротивление сдавливанию, так как только при этом могут остаться между ними свободные промежутки для циркуляции воды и получаемого сока. Отсюда явствует, что для изрезывания свеклы необходимо применять специальные ножи.

Пряжицы конструкций современных свеклорезок таковы. В одних из них ножи укрепляются в горизонтальном диске, который вращается, а поверх его располагается неподвижно свекла. В других из них ножи укрепляются на внутренней поверхности неподвижного вертикального цилиндра, а свекла движется внутри этого цилиндра, будучи приведена во вращательное движение. В третьих ножи укрепляются на внутренней поверхности горизонтального цилиндра, приводимого во вращательное движение, а свекла находится внутри этого цилиндра в неподвижном состоянии. Свеклорезки первого устройства называются „горизонтальными“ или дисковыми, вторые— „вертикальными“ или центробежными, а третьи— барабанными.

По статистическим данным Толпыгина (24), за 1913—1914 г., на 201 заводе имелось 261 дисковых резок, на 57 заводах— 85 центробежных резок и на 29 заводах— 41 барабанная резка.

§ 41. Конструкции *горизонтальных свеклорезок* системы Paschen'a, Putsch'a, Perner'a и др. отличаются друг от друга в деталях, а в главном они таковы. На стальном вертикальном валу диаметр. 100 милл. наглухо насажен в горизонтальном положении стальной диск диаметр. 2 метра. В этом диске имеются 14 радиально расположенных прореза, внутрь которых, как в гнезда, закладываются рамы с ножами. Под диском расположен чугунный цилиндрический короб глубиной около 0,5 метра с вырезом в днище и сбоку, опирающийся на три чугунные стойки высотой в 1,25 метра, укрепленных на чугунной плите. Над диском накладывается на закраины означенного короба и приворачивается к ним болтами стальное литье в виде обода колеса с тремя спицами и втулкой; к этим спицам прикрепляются болтами в вертикальном положении железные пластины длиной, соответствующей длине ножевой рамы и высотой около 200 милл. Стальной вал, на который насажен диск, опирается нижним концом в подпятник, находящийся в чугунной плите, а верхним концом проходит через отверстие во втулке вышеозначенного литья. На этом валу внизу насажено коническое зубчатое колесо, сцепленное с другим таким же колесом, приводимым во вращение от шкива; на том же валу по середине насажена муфта с двумя греблями, приводимая во вращение через две пары цилиндрических зубчатых колес. Вал с диском делает 60 оборотов в 1 минуту, а муфта с греблями делает 15 оборотов в 1 минуту. Над диском, окружая его, установлен неподвижно железный цилиндрический кожух, диаметр. 2 метр. и высотой 1,75 метра; внутри этого кожуха над верхним концом вала, перекрывая его, установлен неподвижно железный колпак. Свеклорезка устанавливается на каменном фундаменте или на железных балках.

Действие этой свеклорезки будет таково. Свекла из весов попадает по наклонному плоскому желобу внутрь кожуха, придавливается своей тяжестью к вращающемуся диску, изрезывается нахо-

двигаются в нем ножами и падает в виде стружки в чугунный короб, откуда она выбрасывается через отверстия в нем греблями. Во избежание вращения свеклы вместе с диском над последним устанавливаются вышеозначенные планки.

Производительность свеклорезки указанных размеров достигает 3.000 берк. свеклы в сутки.

§ 42. Диск свеклорезки изготавливается из стали лучшего качества, и он должен быть тщательно обработан. В настоящее время эти диски делаются не цельные, а составные, чем достигается большая прочность их и представляется возможность замены сработанных частей новыми. Диск имеет диаметр в зависимости от производительности свеклорезки, от 1,5 метра до 2,5 метра и обычно 2 метра. Толщина диска 25 милл., причем он для прочности имеет снизу прилитые к нему скрепляющие ребра. Сверху диска накладываются и привинчиваются два concentрических стальных кольца („реборды“), между которыми и помещаются радиально ножевые рамы. Число ножевых рам, вставляемых в диск, зависит от диаметра его, а именно в малом диске помещают 10—12 рам, в среднем 14—16 и в большом 18—20. Рамы закладываются в отверстия диска и покоятся на двух железных планках, привинченных снизу диска вдоль и с обеих сторон отверстия; рама вынимается из такого гнезда посредством крючка. Диск насаживается строго горизонтально на стальной вал, заточенный на конус и укрепляется на валу сквозной шпонкой. Вал с диском делает от 40 до 80 оборотов в 1 минуту в зависимости от диаметра диска; напр., диск, имеющий диаметр 1,5 метр., делает 80 оборотов в 1 минуту, а диск, имеющий диаметр 2,5 метр., делает 40 оборотов. Это число оборотов находится в зависимости от скорости движения режущей поверхности ножа, каковая должна быть в пределах от 4-х до 6 метр. в 1 секунду, т. е. практикой установлено, что свекловичная стружка получится более правильного профиля и более длинная, если скорость режущей поверхности ножа будет в указанных пределах.

Верхний конец вала, а равно средняя часть диска, где отсутствуют ножевые рамы, перекрывается конусообразным сѣмным железным колпаком, благодаря чему свекла может располагаться только в кольцевом пространстве между конусом и колпаком, т. е. над той частью диска, где заложены ножевые рамы, чем, конечно, достигается уменьшение поверхности трения свеклой и диском.

§ 43. Над диском располагается неподвижно стальное литое вышеуказанной формы, в котором укрепляются на болтах вертикально и радиально расположенные, обычно 3, железные планки длиной, равной длине ножевой рамы и высотой около 200 милл.; назначение этих планок воспрепятствовать свекле, будучи заклиненной ножами, вращаться вместе с диском; эти упорные планки, именуемые „контр-ножами“, должны быть установлены так, чтобы между нижними краями их и верхними краями ножей оставался зазор, при котором ножи не задевали бы за планки, но при этом следует избегать делать этот зазор таких размеров, при котором между диском и планками могли бы проходить мелкие куски свеклы, т. е. это обусловит получение свекловичной стружки с мязгой, а также возможность заклинивания в этих местах камней, кусков железа, попадающих вместе со свеклою, что сопряжено с риском поломать диск. Вследствие тех же причин надлежит при насадке диска на вал устанавливать его строго горизонтально, проверяя это положение самым тщательным

образом. Диск во время работы подвержен переменным нагрузкам и, особенно, если свекла непосредственно падает из весов в свекло-резку, а потому при недостаточно доброкачественном материале его он может поломаться. Вот почему, весьма желательно иметь на две свеклорезки по крайней мере один запасной диск.

§ 44. Над диском, окружая его, устанавливается железный кожух, имеющий диаметр, равный диаметру диска, а высоту не менее 1,5 метр., играющий роль приемника свеклы, т. к. в него последняя поступает с весов. В этом кожухе свекла должна находиться на постоянном уровне, и ни в коем случае не ниже 0,5 метр., т. к. для успешного изрезывания свеклы требуется, чтобы таковая прижималась к диску с известной силой, обусловливаемой давлением веса вышележащей свеклы на нижележащую, в противном случае свекла, лежащая на диске, при движении последнего будет менять свое положение относительно ножей, в результате чего получится свекловичная стружка неправильной формы. При устройстве кожуха надо иметь в виду, чтобы внутренняя поверхность его была совершенно ровная и гладкая; напр., отсутствовали бы головки заклепок, т. к. в противном случае свекла не будет свободно опускаться сверху вниз, образуя иногда над диском своды.

Для устранения возможности изменения положения свеклы относительно ножей при вращении диска, следствием чего получается свекловичная стружка неправильной формы, предложено (патент Fodelberg'a, примененный в свеклорезках сист. Putsch'a, Perner'a) вместо приемника обычной цилиндрической формы снабжать свекло-резку приемником особой сложной формы, представляющим восьмигранную воронку (распределитель) в соединении с двумя замкнутыми клинообразными каналами (прижиматель). Свекла, поступающая из воронкообразного распределителя в клинообразные прижиматели, при вращении диска заклинивается в них, благодаря чему она остается неподвижной относительно ножей и изрезывается последними сплошн и правильно. Как на особое преимущество устройства такого рода прижимателя, следует указать, что при нем весьма легко и скоро можно удалить попавший в свеклорезку посторонний предмет, т. к. он несомненно будет находиться в самом узком месте клинообразного канала, т. е. в конце прижимателя, откуда его удаляют через имеющийся там шибер; этим шибером пользуются для вынимания и вкладывания в диск ножевых рам. Несколько свеклорезок с прижимателями такого устройства были установлены в довоенное время на русских сахарных заводах и о работе их давались благоприятные отзывы.

В цилиндрическом кожухе свеклорезки имеется вырез шириною около 400 милл., высотой около 400 милл. и глубиною, равной длине ножевой рамы, перекрытый сверху листовым железом; через этот вырез возможно вынуть из диска ножевую раму и вставить ее туда обратно, как то требуется при смене ножей или при разгрузке свекло-резки. Недостаток такого рода устройства заключается в том, что часть поверхности диска с одним ножом является неактивной, благодаря чему производительность свеклорезки несколько уменьшается, в случае попадания в свеклорезку камня для удаления последнего приходится нередко вынуть несколько ножевых рам и выгрузить из свеклорезки значительное количество свеклы, что сопряжено с потерей продолжительного времени. В виду того, что посторонний предмет попавший в свеклорезку вместе со свеклою, может находиться там в течение одной из трех упомянутых планок, а потому около послед-

них в кожухе делается трое дверец, причем с трех сторон каждой из них, а равно по окружности в кожухе просверливаются круглые отверстия, и в которые вставляются в случае попадания в свеклорезку постороннего предмета, железные стержни с заостренными концами и рукоятками, благодаря чему при открытии дверей приходится выгружать из свеклорезки только незначительное количество свеклы, т. к. большая часть ее задерживается означенными стержнями, что, конечно, сопряжено с потерей непродолжительного времени.

Т. к. для замены тупых ножей острыми, для очистки ножей от соломы, для удаления из свеклорезки попавшего постороннего предмета приходится останавливать свеклорезку и вращать диск (обычно в обратную сторону его движения), с каковою целью на валу рядом с рабочим и холостым шкивом насаживается чугунная муфта, вращаемая в ручную помощью железных рычагов; но в виду возможности несчастного случая, могущего произойти от перевода ремня, без предупреждения, с холостого шкива на рабочий, рационально означенную муфту заменить храповым колесом с собачкой.

Стоимость дисковой свеклорезки в довоенное время была 2.500 в. р. Собственный вес дисковой свеклорезки диаметром 2 метр.—около 5.000 килогр.

**§ 45.** Конструкция дисковой свеклорезки системы Maguin'a отличается от обычной конструкции дисковой свеклорезки тем, что в ней вертикальный вал, на котором насажен горизонтальный диск, опирается своим нижним концом на подпятник, закрепленный в центре чугунной крестовины, составляющей одно целое с чугунным усеченными конусом, на закраины которого положено и прикреплено болтами стальное литье с упорными планками („контр-ножами“); верхний конец вала проходит через вертикальную буксу с сальником и на нем насажено коническое колесо, обычно с деревянным (из бука) зубьями, которое находится в сцеплении с другим коническим колесом с чугунными зубьями, насаженным на горизонтальный вал, приводимый во вращение от шкива. Диск окружен снаружи железным цилиндром, играющим роль приемника для свеклы, причем центральная часть его, где отсутствуют ножевые рамы, а также верхний конец вала с парю зубчатых колес, перекрыты сверху железным коническим колпаком. Свеклорезка посредством чугунных кронштейнов подвешивается к железным балкам. Получаемая в свеклорезке стружка проваливается через находящийся под диском усеченный конус и падает непосредственно на транспортер. Для смены ножевых рам и для смазки зубчатой передачи сбоку наружного кожуха и внутреннего колпака имеются отверстия достаточных размеров, причем кольцевое пространство между кожухом и колпаком в этом месте перекрыто сверху листовым железом. Простота конструкции этой свеклорезки, легкость ее установки, обуславливают широкое распространение ее на французских и бельгийских сахарных заводах. Размеры диска, число ножевых рам в свеклорезке Maguin'a таковы же, как и в свеклорезках Raschen'a и др., а потому и производительность ее при равных размерах одинакова с производительностью указанных свеклорезок.

**§ 46.** Конструкция горизонтальной, или что то же, центробежной свеклорезки системы Rasmus'a такова. Чугунный полый конус диаметр. 900 милл., имеющий на поверхности три радиально расположенные изогнутые лопасти, насажен наглухо на вертикальный стальной вал диаметром 75 милл.; конус с лопастями вставлен внутрь

неподвижного чугунного цилиндра без дна, имеющего диаметр 920 милл. и высоту 350 милл.; в стенках этого цилиндра по окружности его имеются 10—12 прямоугольных сквозных отверстий, по размерам соответствующие размерам ножевых рам, в пазы которых закладываются в вертикальном положении ножевые рамы. Вращающийся чугунный конус с лопастями окружен неподвижным железным кожухом высотой около 1,25 метр., каковой играет роль приемника для свеклы. Неподвижный чугунный цилиндр с ножевными рамами окружен неподвижным чугунным кожухом диаметром 1,5 метр., высотой около 0,5 метр., внутри которого, будучи насажены на вал, движутся железные гребля для выбрасывания стружки; в дне того же кожуха имеется отверстие для удаления стружки из резки, а сбоку его имеется отверстие, закрываемое дверцей, для осмотра. Вал с конусом приводится во вращение парю конических зубчатых колес, а равно приводится во вращение двумя парами зубчатых колес сидящая на том же валу муфта с греблями. Вал с лопастями делает 100—120 оборотов в 1 минуту. Свеклорезка опирается на четыре чугунных стойки, соединенных с чугуною плитой, каковая укладывается на каменный фундамент и укрепляется болтами; конечно, не исключена возможность установки этой свеклорезки на железных балках и таких же колоннах. Действие свеклорезки таково. Свекла из весов по наклонному железному желобу падает внутрь верхнего железного кожуха и достигает до вращающегося чугунного конуса с лопастями, которыми отбрасывается к ножам, движется около них по кругу и изрезывается ими, а получаемая стружка собирается внутри нижнего чугунного кожуха, откуда греблями выбрасывается на транспортер.

В закраинах нижнего чугунного кожуха сверху имеются отверстия, через которые возможно на ходу свеклорезки произвести замену одних ножевых рам другими; кроме того, не останавливая свеклорезку, возможно удалить из нее попавший вместе со свеклою камень и т. п., для чего стоит только вынуть одну из ножевых рам и тогда, через полученное таким образом отверстие, камень будет выброшен вместе со свеклою при вращении конуса с лопастями.

Стружка, получаемая при изрезывании свеклы в этой свеклорезке, отличается правильностью формы и значительной длиной. Это объясняется тем, что свекловичные корни, попавшие внутрь свеклорезки, действием центробежной силы плотно прижимаются к ножам и при движении по кругу они приобретают горизонтальное положение, располагаясь вдоль относительно ножей. Несмотря на некоторую сложность конструкции, сравнительную дороговизну ремонта и необходимость расходовать большое число лош. сил на движение, эта свеклорезка весьма распространена на русских заводах, но чего нельзя сказать о заграничных.

§ 47. Конструкция барабанной свеклорезки системы Maguin'a такова. На горизонтальном валу вращается стальной полый цилиндр (барабан) диаметром около 700 милл. и высотой около 350 милл.; на боковой поверхности этого барабана имеется 8 прямоугольных сквозных прорезов, в которые, как в гнезда, вкладывается 8 ножевых рам шириною 330 милл. для ножей в три ряда в каждой; внутри барабана помещается неподвижно фасонное стальное литье улиткообразной формы (прижиматель), заканчивающееся расширением (карман). Барабан с ножевными рамами делает в 1 минуту 80 оборотов. Стружки вращающийся барабан окружен неподвижным цилиндрическим

железным кожухом диаметром около 800 милл., и, т. о., между стенками барабана и кожуха получается свободное кольцевое пространство. На поверхности кожуха имеются два люка, через которые закладываются и вынимаются ножевые рамы. Свеклорезка посредством чугунных кронштейнов опирается на балки.

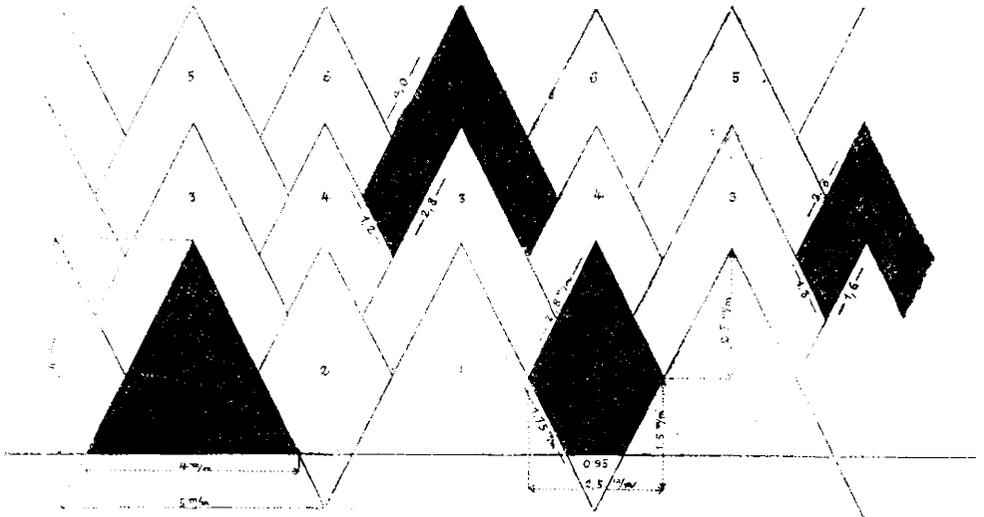
Действие свеклорезки будет таково. Свекла из воронкообразного приемника поступает сбоку внутрь вращающегося барабана, наполняет его, изрезывается ножами, причем свекла заклинивается ими в улитообразном канале внутри барабана, в результате чего она изрезывается без остатка, причем камни, попавшие вместе со свеклою, содержатся в вышеуказанном кармане, откуда могут быть извлечены через люк сбоку кожуха. Получающаяся стружка поступает в кольцевое пространство между барабаном и кожухом и через отверстие внутри последнего она падает на транспортер. Благодаря наличию в этой свеклорезке прижимателя, свекла приобретает внутри вращающегося барабана устойчивое положение относительно ножей, и в результате чего получается стружка правильной формы и сравнительно длинная; но нередко в пространстве между барабаном и кожухом скопляется стружка, что затрудняет выход последней из-под ножей и сопровождается поломкой ее, а также обуславливает возникновение в этом месте значительного трения, для преодоления которого приходится затрачивать значительную силу, т. е. эта свеклорезка является тяжелой на ходу.

§ 48. Выше было указано, что для успешного извлечения сахара из свеклы диффузионным способом надлежит изрезать свеклу так, чтобы полученная свекловичная стружка имела такую форму, которая обуславливала бы наибольшую поверхность при наименьшем весе и оказывала бы наибольшее сопротивление сдавливанию при наименьшей толщине. Таким условиям удовлетворяет в значительной мере свекловичная стружка, представляющая собою тонкую, узкую пластинку, изогнутую вдоль под некоторым углом, т. е. в виде двугранного угла. Ножи („диффузионные“), применяемые для изрезывания свеклы, будучи закреплены в особой раме, действуют на том же принципе, как и лезвие в рубанке. Для изрезывания свеклы применяются ножи разнообразных форм, которые изготавливаются из листовой стали фрезированием или штампованием, причем предпочтение отдают ножам, изготовленным первым способом, несмотря на их большую стоимость, так как они не изгибаются так легко под тяжестью свеклы, а вместе с этим не изменяют так скоро свое положение в рамах, чем обуславливается получение свекловичной стружки надлежащей толщины и вида. В настоящее время наибольшим применением пользуются ножи двух форм. Первые имеют лезвие в виде рифленой поверхности, ограниченной с обеих сторон двугранными углами в  $60^\circ$ , причем один край этой пластинки отточен; ножи такой (крышеобразной) формы предложены Голлером, а потому они нередко называются также голлеровскими. Вторые имеют лезвие в виде рифленой поверхности, ограниченной с верхней стороны двугранными углами в  $90^\circ$ , а снизу такими же двугранными углами, но разграниченными между собою ребрами, причем один край этой пластинки отточен; ножи такой (конькообразной) формы предложены Чижеком, а потому они иногда называются чижековскими. Рифленце а вместе с этим и режущая поверхность, занимает обычно только половину ширины пластинки.

Для того, чтобы пластинки, вырезанные из свеклы тем или дру-

гим ножом, были отделены друг от друга, очевидно, перед ножом должна быть установлена горизонтально планка, над которой лезвие ножа поднималось бы на некоторую высоту.

§ 49. При изрезывании свеклы голлеровскими ножами будет получаться свекловичная стружка нижеследующих форм (см. чертеж 1-й): первый нож вырезает из свеклы трехгранную стружку, второй нож вырезает полигранную стружку, третий и прочие ножи вырезают желобчатую стружку двух видов. Свекловичная стружка, получаемая при изрезывании свеклы голлеровскими ножами, будет иметь правильную форму при условии, если ножи в рамах будут установлены соответственно, а именно: выступы зубцов последующего ножа должны приходиться против впадин зубцов предыдущего ножа и т. д. Таким образом, ножи для двух следующих друг за другом рам должны различаться между собою расположением зубцов („четный“ и „нечетный“), а число рам в диске должно быть четное. Свекловичная стружка, получаемая при изрезывании свеклы помощью этих ножей, имеет желобчатую форму, и как таковая, является рациональной для выщелачивания и эластичной при сдавливании. Голлеровские ножи обладают, как преимуществами, потому что они меньше забиваются соломой, легче отгачиваются, так и недостатком, потому что лезвие их не используется сплошь, чем обуславливается меньшая производительность этих ножей. Эти ножи, изготовляемые как штампованием, так и фрезированием, имеют длину обычно 140—165 милл., но иногда они имеют двойную длину, т. е. 240—330 милл.; ширина ножей бывает 70—90 милл., причем по ширине ножа только на 35—45 милл. расположены зубцы; толщина ножа от 5 милл. до 7 милл. Ножи имеют зубцы:



Черт. 1-й. Крышобразный нож Голлера.

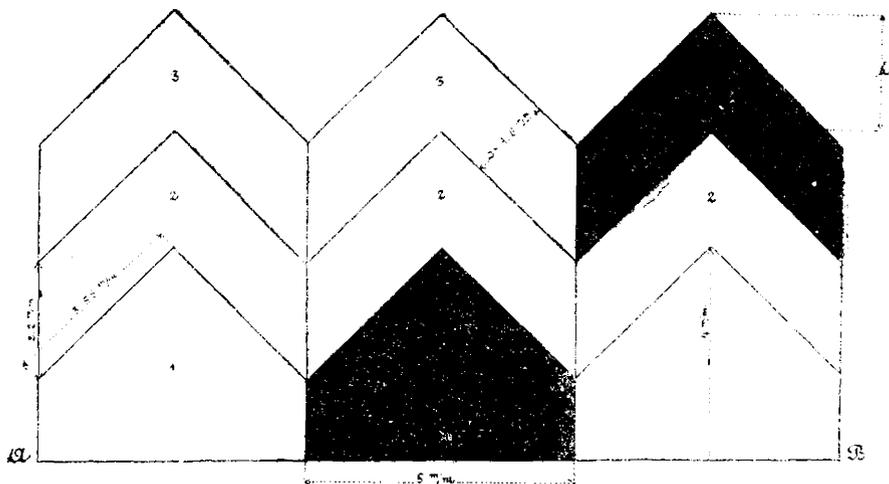
шириною	высотю
5 милл.	3 милл.
6 "	4 "
7 "	5 "

Иногда ножи имеют высоту зубцов только на 1 милл. меньше ширины их.

Ножи, имеющие зубцы шириною 5 милл., называются „пятимиллиметровыми“, и т. д.

При установке ножа в раме лезвие его, т. е. зубцы, должны возвышаться над планкой на то или иное число миллиметров, чем и обуславливается толщина получаемой свекловичной стружки. Напр., если нож имеет зубцы шириною 6 милл. и высоту 4 милл., то его устанавливают в раме так, чтобы зубцы возвышались над планкой на 3 милл. Снизу ножа выемки зуцов в конце должны иметь плавный переход во избежание поломки получаемой свекловичной стружки при движении ее под ножом. В ровной части ножа имеются по длине два отверстия прямоугольные или круглые, в которые закладываются болты при установке ножа в раме.

§ 50. При изрезывании свеклы чижековскими ножами будет получаться свекловичная стружка нижеследующих форм (см. чертеж 2-й):



Черт. 2-й. Конькообразный нож Чижека.

первый нож вырезает из свеклы пятигранную стружку, второй и прочие ножи вырезают желобчатую стружку. Свекловичная стружка, получаемая при изрезывании свеклы чижековскими ножами, будет иметь правильную форму при условии, если ножи в рамках будут установлены соответственно, а именно: выступы зубцов последующего ножа должны совпадать с выступами зубцов предыдущего ножа. Свекловичная стружка, получаемая при изрезывании свеклы помощью этих ножей, имеет желобчатую форму, и, как таковая, является рациональной для выщелачивания и эластичной при сдавливании. Чижековские ножи обладают тем преимуществом, что лезвие их используется почти сполна, благодаря чему они имеют большую производительность, но имеют те недостатки, что они больше забиваются соломой и труднее оттачиваются, оказывают большее сопротивление при изрезывании свеклы. Эти ножи, изготовляемые исключительно фрезированием, имеют те же размеры, что и ножи Голлера. Что касается зубцов, то они обычно имеют ширину, обуславливаемую числом их по длине ножа в 140 милл. от 20 до 35, а высоту толщиной пластинки, из которой они фрезируются, напр., в первом случае получаются зубцы шириною 7 милл. при высоте 7 милл., и во втором случае шириною 3 милл. при высоте 7 милл. При установке ножа в раме лезвие его, т. е. зубцы, должны возвышаться над пластинкой на то или иное число миллиметров, чем и обуславливается толщина получаемой свекловичной стружки. Во избежание поднятия свеклы



для успешного выполнения процесса диффузии, что подтверждается результатами из практики. Применяя рамы с двойным рядом ножей, возможно удвоить производительность свеклорезки, не увеличивая размеры ее, но, конечно, в этом случае диск должен иметь гнезда размеров, соответствующих размерам ножевых рам Бергресна. Вследствие вышеуказанного существенного недостатка, применение двойных ножей в свеклорезках не нашло широкого распространения.

В виду того, что ножи при изрезывании свеклы движутся по кругу, а потому, во избежание излишнего трения между режущей поверхностью ножа и поверхностью изрезаемой свеклы, а равно для устранения возможного смятия и излома получающейся свекловичной стружки, режущая поверхность и ножей фрезирруется иногда не по прямой, а по кривой, соответствующей окружности круга диска.

При изрезывании свеклы мерзлой или гнилой применяют ножи, у которых режущая поверхность такова же, как у ножей голлеровских, но с тою разницею, что каждый зубец отделен от другого промежутком.

При изрезывании свеклы деревянистой, каковою обычно бывает свекла стеблющаяся, применяют также же ножи, как и предыдущие, но с такою разницею, что каждый зубец имеет снизу и посередине ребро.

На каждую одну свеклорезку полагается иметь ни в коем случае не менее 4-х комплектов ножей, из которых один в работе, один в точке, а два наготове.

Расход ножей в производство на 1.000 берковц. обычно не превышает 2-х штук и нередко бывает только 1 штука; конечно, расход ножей зависит от того, как много камней попадает вместе со свеклою в свекломойку и насколько они успешно удаляются из нее.

**§ 53.** *Ножевая рама* (ножевая коробка) представляет собою станину, в которой укрепляются нож и противолежащая ему планка, причем нож должен быть передвигаем относительно планки вперед и назад, а планка должна быть поднимается или опускается относительно ножа, т. е. это является необходимым условием изрезывания свеклы на пластинки определенной формы и данных размеров. Конструкции ножевых рам весьма разнообразны, но из них наибольшим распространением пользуются ножевые рамы Putsch'a и Vorster'a.

Рациональная конструкция ножевых рам должна удовлетворять следующим основным требованиям: рамы должны быть изготовлены из твердой, но не хрупкой стали, т. е. чтобы рамы не ломались при попадании в резку камней и пр. твердых предметов и не скоро изнашивались; рамы должны быть простой конструкции, допускающей замену одной части другой; установка в рамах ножей и планок в надлежащих взаимных положениях должна производиться быстро и оставаться неизменной во время работы; рамы должны быть точно пригнаны в гнездах диска и не должны выступать над поверхностью последнего. В случае, если рамы будут выступать над поверхностью диска, то свекла, ударяясь о выступающие края рам, изменит свое положение, следствием чего будет получение свекловичной стружки с мязгою. Обычно новые рамы непригодны для старых дисков, т. е. эти последние с поверхности стираются, т. е. снашиваются; равным образом и старые рамы не пригодны для новых дисков по той же причине.

При установке ножа и планки в раме следует, чтобы нож по всей длине лезвия возвышался над планкой на равную высоту, а

планка по всей длине находилась на равном расстоянии от лезвия ножа. Между величиной подема лезвия ножа над планкой и величиной расстояния планки от лезвия диска должно существовать некоторое взаимное отношение: чем выше нож находится над планкой, тем дальше планка должна находиться от ножа, т. к. в прозор между лезвием ножа и краем планки должна проходить получающаяся свекловичная стружка, изгибаясь, но не ломаясь; напр., при высоте подема ножа над планкой в 3 милл. расстояние планки от ножа должно быть 2 милл.

§ 54. Ножевая рама Putsch'a имеет длину 320 милл., ширину 120 милл. и высоту 40 милл. и предназначается для установки двух ножей. Каждый нож опирается на одну из продольных сторон станины и приворачивается к ней посредством четырех болтов снизу, которые проходят через овальные прорезы в пластине ножа, и, благодаря чему нож может быть закреплен дальше от планки или ближе к ней: планка опирается на противоположную сторону станины и под нее подложена пара железных клиньев, сдвигая или раздвигая которые, можно поднять или опустить планку и закрепить ее в том или ином положении относительно лезвия ножа посредством трех болтов снизу.

Ножевая рама Vorster'a имеет те же размеры, как и ножевая рама Putsch'a и предназначается для установки двух ножей. Нож закрепляется в раме посредством четырех болтов так же, как и в раме Putsch'a. Что касается планки, то она закрепляется в раме следующим образом: сторона рамы, противоположная той, на которой закреплен нож, имеет вогнутую цилиндрическую поверхность, т. е. как бы продольную выемку, а трехгранная планка имеет две грани плоских и одну выпуклую цилиндрическую, каковой гранью она и закладывается в означенную выемку в станине, где и может вращаться около своей продольной оси, причем край планки будет подниматься и опускаться относительно лезвия ножа; планка закрепляется в желаемом положении посредством двух болтов снизу.

Ножевая коробка Bergreen'a имеет длину 320 милл., ширину 180 милл., высоту 60 милл.; она предназначается исключительно для установки в два ряда четырех ножей. Ножи первого ряда обычно голлеровские, и они устанавливаются в раме, равно и противоположащая им планка, так же, как в раме Putsch'a; влед за этими ножами в раме устанавливается рифленая стальная пластинка, играющая роль направляющей для изрезаемой свеклы, так как первый ряд ножей вырезает из свеклы трехгранную стружку, оставляя в ней двухгранные выступы, которыми свекла и ложится в углубления вышеозначенной рифленой пластинки; сзади этой пластинки устанавливается второй ряд плоских ножей с вертикальными ребрами снизу, которые срезают у свеклы трехгранные выступы, причем получается трехгранная стружка и остается ровная поверхность у свеклы.

На каждую одну свеклорезку полагается иметь ни в коем случае не менее трех комплектов ножевых рам, из которых одна будет в работе, одна в наборе и одна наготове.

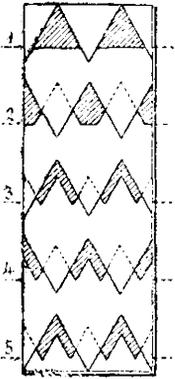
Стоимость одной рамы в довоенное время была 21 руб. зол.

§ 55. Полученная свекловичной стружки правильного профиля возможно при непрерывном условии, чтобы положение каждого ножа в каждой раме было строго определенное.

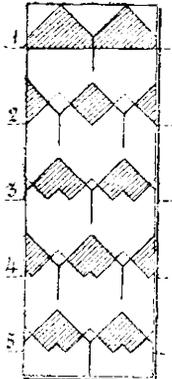
Напр., в случае применения голлеровских ножей необходимо, чтобы выступы лезвий ножей в нечетных рамах приходились точно

против впадин лезвий ножей в четных рамах, причем каждый данный выступ лезвия ножа в нечетных, а равно в четных рамах должен находиться на окружности одного и того же радиуса диска. При соблюдении

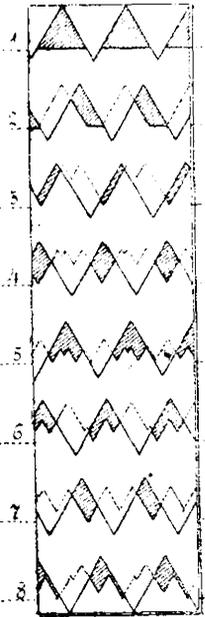
этих условий будет получаться желобчатая стружка двух профилей, указанных на фиг. 1. В случае, если голлеровские ножи будут установлены в рамах так, что последующий нож будет уклоняться относительно своего правильного положения то влево, то вправо от предыдущего ножа, тогда стружка будет получаться разнообразных профилей, указанных на фиг. 2. Напр., в случае применения чижековских ножей необходимо, чтобы выступы лезвий ножей во всех рамах приходились точно друг за другом, причем каждый данный выступ лезвия ножа во всех рамах должен находиться на окружности одного и того же радиуса круга. При соблюдении этих условий будет получаться желобчатая стружка одного профиля, указанного на фиг. 3. В случае, если чижековские ножи будут установлены в рамах так, что выступы лезвия последующего ножа будут приходиться против впадин лезвия предыдущего ножа, тогда будет получаться стружка профилей, указанных на фиг. 4; если же чижековские ножи будут установлены в рамах так, что последующий нож будет уклоняться относительно своего



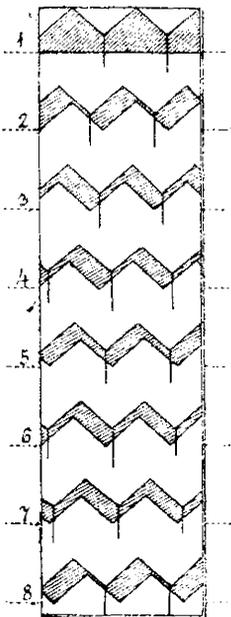
Фиг. 1.



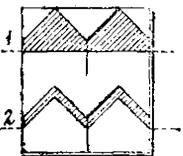
Фиг. 4.



Фиг. 2.



Фиг. 5.



Фиг. 3.

правильного положения, то влево, то вправо, тогда стружка будет получаться профилей, указанных на фиг. 5.

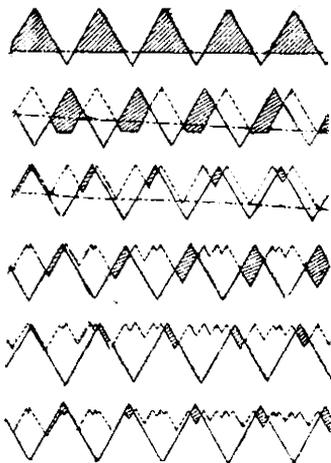
Из этих наглядных примеров очевидно, насколько важна правильная установка ножей в каждой раме, на что, к сожалению, на практике недостаточно обращают внимание. Конечно, установка

в рамах одной и той же свеклорезки ножей разных величин влечет за собой получение стружки самых разнообразных профилей, как-то явствует из фиг. 6, где указаны профили стружки, полученной при

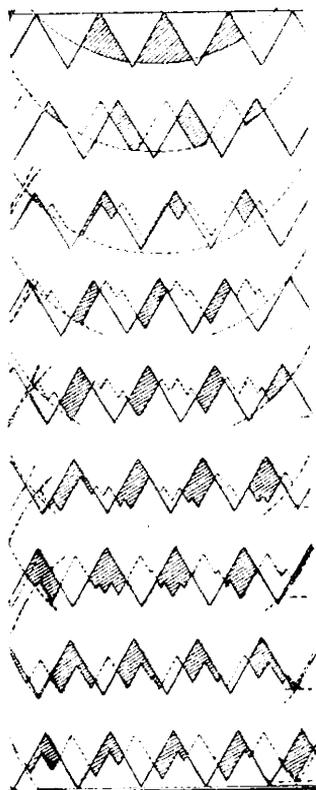
изрезывании свеклы голлеровскими ножами разных размеров, и из фиг. 7, где указаны профили стружки при ножах разных размеров, притом установленных неправильно друг относительно друга.

§ 56. Кроме того, следует озаботиться при установке ножей в рамах, чтобы край противоположащей нолам планки был строго горизонтален, а лезвие ножа возвышалось по всей длине его, на определенную и одинаковую высоту над планкой, так как только при соблюдении этого условия возможно получить стружку равной толщины. Также следует, чтобы расстояние между краем ножа и краем планки было по всей длине их одинаковое и определенное в зависимости от толщины стружки. Для достижения последнего требования при установке ножа и планки в рамах пользуются стальной меркой (калибром), которую закладывают вертикально между ножом и планкой и придвигают нож до тех пор, пока калибр не коснется с одной стороны ножа, а с другой планки, в каком положении и укрепляется нож в раме. Если по недосмотру нож будет настолько высоко поднят над планкой, что лезвие ножа будет целиком возвышаться над поверхностью планки, то в этом случае получается свекловичная стружка не в виде отдельных кусков, а по несколько кусков соединенных вместе („гребешки“). Как высота, на которую должно возвышаться лезвие ножа над планкой, так и расстояние между краями ножа и планки зависят всецело от той толщины свекловичной стружки, каковой желают получить ее при изрезывании свеклы.

§ 57. Для успешной работы на диффузии, т. е. в отношении более полного извлечения сахара из свеклы с наименьшими потерями сахара в отбросах и с наименьшим разбавлением сока водой, необходимо иметь возможно тонкую свекловичную стружку. Однако, применение очень тонкой свекловичной стружки в диффузионной батарее влечет за собою замедление циркуляции в ней сока, а вместе с этим уменьшение производительности ее. Таким образом, в этом отношении толстая свекловичная стружка является желательной, так как она будет меньше препятствовать циркуляции сока в диффузионной батарее. Конечно, толщина свекловичной стружки будет находиться в зависимости от качества перерабатываемой свеклы. Напр., при перера-



Фиг. 6.



Фиг. 7.

ботке свеклы зрелой, свежей, поступающей в завод с поля, или свеклы хорошо сохранившейся, поступающей в завод из буртов, обычно пользуются 3-х или 4-х-миллиметровыми ножами, применяя первые в случае диффузионной батареи, состоящей из небольшого числа диффузоров или малой емкости их, и вторые—при большом числе диффузоров или большой емкости их. Когда приходится перерабатывать свеклу вялую или порченную, а также незрелую или деревянистую, то пользуются ножами 5-ти—6-ти-миллиметровыми. В первом случае из свеклы получается стружка, которая не отличается упругостью и особенно при нагревании, вследствие чего она слеживается в диффузорах и тем сильно затрудняет циркуляцию в них сока, т. е. замедляет работу на диффузии. Во избежание такого ненормального явления из свеклы получают относительно толстую стружку, пользуясь ножами 5-ти-миллиметровыми. Во втором случае получение из свеклы тонкой стружки является весьма затруднительным и сопряжено с уменьшением производительности свеклорезки, а потому для устранения этого ненормального явления пользуются ножами 5-ти-миллиметровыми. Наконец, в случае переработки мерзлой свеклы, при изрезывании ее получается вместо стружки мязга, забивающая диффузоры, что не только замедляет, но даже останавливает работу на диффузии. Во избежание такого ненормального явления, из свеклы получают относительно толстую стружку, пользуясь ножами 5-милл. а иногда и 6-милл., имеющими особую форму режущей поверхности.

Что касается расстояния между краем ножа и планки в раме, каковое оказывает влияние на длину получаемой свекловичной стружки, то оно обычно колеблется от 2-х до 4-х милл., причем в случае получения толстой стружки рекомендуют это расстояние делать больше (напр., 3 милл.), чем в случае получения тонкой стружки (напр., 2 милл.); в случае изрезывания свеклы вялой это расстояние делают меньше, чем в случае изрезывания свеклы деревянистой. Стружка считается хорошего качества, если отдельные куски ее имеют длину около 10 сант.

Весьма рекомендуется контролировать установку ножей в раму прежде, чем заложить ее в диск свеклорезки; для этой цели укладывают раму в гнездо на верстаке и проводят по ножам свекловичным корнем, рассматривая получаемую при этом стружку. Качество получаемой в свеклорезке стружки считается хорошим, если при ножах 3—4 милл. 100 гр. стружки, будучи уложены в длину, имеют 25 метр. и содержат не более 10% стружки, имеющей в длину кусков менее 1 сант.

Не следует упускать из вида, что важнейшим условием получения в свеклорезке стружки хорошего качества, т. е. правильной формы, определенной толщины и надлежащей длины, является тщательное отделение от свеклы в мойке земли, песка, соломы, ботвы, камней, железа и пр., которые, попадая вместе со свеклою в свеклорезку, тупят ножи, забивают их, останавливают их. Вот почему, необходимо обращать внимание не только на конструкцию и работу свеклорезки, но и на конструкцию и работу свекломойки.

§ 58. Лезвия ножей при работе тупятся, а иногда и ломаются, благодаря попаданию в свеклорезку вместе со свеклою твердых предметов. На русских сахарных заводах точка ножей производится почти исключительно в ручную при помощи напильников, плоских и трехгранных с заостренными концами малых размеров и мелкой насечки, специально для этого фабрикуемых. Точка ножей требует наличия

опытных и добросовестных рабочих. Обычно на 1.000 берк. суточной переработки требуется для точки ножей и сборки рам 1 рабочий на смену, который оттачивает 25—30 ножей.

На заграничных сахарных заводах применяют для точки ножей специальные станки разнообразных конструкций с корундовыми и карборундовыми дисками. Из станков такого рода возможно указать на изготовляемые Paschen'ом, бр. Ferner'ами. На этих станках возможно не только оттачивать лезвия ножей, но и обрезать таковые, с целью выравнивания их, если они окажутся поломанными, как то бывает нередко. Точка ножей на таких станках не требует особой опытности и, конечно, уменьшает число потребных для этого рабочих рук.

**§ 59.** Производительность свеклорезки зависит от многих факторов, из которых существенные таковы: во-первых, размеры режущей поверхности ножа и высота под'ема ножа над планкою; разумеется, чем размер ножа и высота под'ема его над планкой будут больше, тем производительность свеклорезки при всех прочих равных условиях будет больше;

во-вторых, форма ножа и насколько используется режущая поверхность его и в этом отношении производительность свеклорезки с ножами коньковыми, при прочих равных условиях, будет большая, чем таковая с ножами крышеобразными;

в-третьих, число ножевых рам в диске и число ножей в раме; конечно, производительность свеклорезки будет бо́льшая при большем числе ножей в раме и при большем числе рам в диске;

в-четвертых, число оборотов диска, или, что то же, скорость движения режущей поверхности ножей; безусловно, чем больше будет скорость вращения диска, тем больше будет производительность свеклорезки.

Практикой установлено, что наиболее успешное изрезывание свеклы в дисковой свеклорезке, т. е. получение стружки правильной формы и значительной длины, будет, если скорость движения диска колеблется около 5 метр. в 1 секунду. В частном случае, если свеклорезка имеет диск диаметром 2 метра, то зона режущей поверхности будет ограничена концентрическими окружностями диаметров 1,95 метр. и 1,65 метр., т. е. середина ножевой рамы описывает круг диаметра 1,8 метр.; при этом условии и при 60 оборотах диска в 1 минуту средняя скорость движения режущей поверхности ножа будет:

$$\frac{3,14 \times 1,8 \times 60}{60} = 5,66 \text{ метр. в 1 секунду.}$$

Практикой установлено, что производительность дисковой свеклорезки Paschen'a и пр., составляет в 1 секунду около 0,15 килогр. свеклы на каждые 100 милл. длины лезвия ножей при средней скорости движения ножей 6 метр. в 1 секунду, если стружка будет средней толщины; в случае получения стружки тонкой или толстой производительность свеклорезки уменьшается в первом случае и увеличивается во втором случае на 15%—20%. Напр., в частном случае, если свеклорезка будет иметь диск диаметром 2 метра с 14 ножевыми рамами, причем в каждой из них будет заключаться по 2 ножа длиной 140 милл., то производительность этой свеклорезки будет при 65 оборотах диска ее:

$$\frac{14 \times 2 \times 140 \times 0,15}{100} = 5,88 \text{ мил. свеклы}$$

в 1 секунду или более 2,500 берк. в сутки.

Из наблюдений на практике возможно установить с некоторым вероятием, что производительность дисковой свеклорезки, имеющей диаметр диска 2 метра при 60—65 оборотах в 1 минуту и при наличии в одной раме двух ножей по 140 милл.—165 милл. длины каждый, будет:

Число ножевых рам	Производительность берк. в сутки около
14	2.500
16	3.000
18	3.500

Из наблюдений на практике возможно установить, что производительность центробежной резки Rasmus'a, при условии наличия в раме двух ножей по 140 милл. длины каждый и при 100—120 оборотах в 1 минуту конуса с лопастями, будет:

Ножевых рам.	Производительность берк. в сутки.
10	2.000—2.500
12	2.500—3.000
14	3.000—3.500

Относительно производительности барабанной свеклорезки Magnin'a возможно заметить, на основании наблюдений из практики, что при условии наличия в свеклорезке 8 рам по 6 ножей в каждой и при 70—80 оборотах барабана в 1 минуту, производительность свеклорезки колеблется от 2.500 берков. до 3.000 берк. свеклы в сутки.

**§ 60.** Расход силы на приведение в движение свеклорезки не поддается расчету, но, очевидно, в дисковой свеклорезке требуется затрата силы на изрезывание свеклы, на преодоление трения между поверхностями диска и свеклы и на преодоление трения в движущихся частях механизма. Из наблюдений в практике установлено с некоторым вероятием, что при средней толщине свекловичной стружки, при крышеобразных ножах и при скорости движения режущей поверхности ножей около 6 метр. в 1 секунду, требуется затрата на приведение в движение дисковой свеклорезки на каждый 1 погонный метр длины лезвия ножей около 2,5 л. сил. Напр., в частном случае, если свеклорезка имеет диск диаметром 2 метра, в котором находится 14 рам по два ножа длиной 140 милл. каждый, то расход силы на приведение в движение этой свеклорезки будет:

$$\frac{14 \times 140 \times 2 \times 2,5}{1000} = 9,8 \text{ л. сил.}$$

В случае применения вместо крышеобразных ножей (Голлера) конькообразных (Чижека), расход силы на приведение в движение свеклорезки увеличивается на 15%, т. е. в частном случае будет 11,25 л. с. Расход силы на приведение в движение центробежной свеклорезки Рассмуса считают на 10—15% больше, чем таковой на приведение в движение дисковой свеклорезки той же производительности и при всех прочих одинаковых условиях. Расход силы на приведение в движение барабанной свеклорезки Магена считают на 15%—20% больше, чем таковой на приведение в движение дисковой свеклорезки той же производительности и при прочих одинаковых условиях. Необходимо учитывать, что при пуске в ход свеклорезки, в которой на-

ходится свекла, требуется расход силы, превышающий таковой для свеклорезки, находящейся в движении, по крайней мере, на 50% для свеклорезок дисковых, на 75% для центробежных и на 100% для барабанных, как то подтверждается наблюдениями из практики.

§ 61. Для успешной работы свеклорезки необходимо соблюдать следующее. Ножи должны быть тщательно и правильно отточены, причем ножи следует правильно вставлять в рамы как в каждую из них, так и по отношению ножей последующей рамы. Следить за качеством получаемой стружки, и если она будет содержать мятую стружку, то это указывает на то, что ножи уже затупились, или же в них набилась солома. В первом случае ножи надлежит заменить отточенными, а во втором ножи следует вычистить. Внимательно прислушиваться к шуму работающей свеклорезки и, если будет замечен какой-либо треск и т. п. отклонение от нормального шума ее, то это указывает, что в свеклорезку вместе со свеклою попал какой-либо посторонний предмет, который и задевает ножи. В этом случае свеклорезку необходимо немедленно остановить, удалить из нее посторонний предмет и внимательно осмотреть лезвия ножей во всех рамах. Ножи, оказавшиеся с поврежденными лезвиями, следует заменить другими с целыми лезвиями. Всегда наготове должны быть один—два комплекта рам с вполне исправными ножами на случай быстрой замены тупых или поврежденных ножей. Вынутые из свеклорезки рамы с ножами подлежат немедленной мойке в горячей воде травяной щеткой, после чего их разбирают, ножи отдают в точку, а рамы насухо вытирают и снова набирают отточенными ножами. Настойчиво требовать от рабочего, стоящего у дисковой свеклорезки, чтобы он следил за высотой слоя свеклы над диском, который ни в коем случае не должен быть менее 0,5 метр. При пуске в ход свеклорезки надлежит переводить ремень с холостого шкива на рабочий не сразу а постепенно, во избежание скольжения и порчи ремня. Для устранения могущего быть несчастного случая, когда рабочие ворочают диск при посредстве муфты с рычагом, пуск в ход свеклорезки после остановки допустим только по распоряжению одного определенного лица.

§ 62. Из свеклорезки получаемая стружка должна непрерывно подаваться в диффузоры, с каковою целью применяют на современных сахарных заводах т. н. *транспортеры* ленточные или грабельные. Устройство *ленточного или пасового транспортера* таково: на концах железной станины, установленной между двумя рядами диффузоров, помещаются два шкива (барабана), вращающихся на горизонтальных осях, имеющие диаметры по 0,8—1 метр., через которые перекинута бесконечная лента (пас) шириною 400 милл.—600 милл. из резины или же из пеньки с резиновыми прокладками, толщиной 10 милл.—12 милл.; один (ведущий) барабан приводится во вращение, делая 40—50 оборотов в 1 минуту, от ременной передачи и снабжен подвижными подшипниками для натягивания паса; пас снизу опирается на деревянные или чугунные ролики во избежание провисания его, причем под верхней половиной паса с нагрузкой расстояние этих роликов делается около 2 метр., а под нижней половиной его без нагрузки расстояние между этими роликами делается около 4 метр.; верхняя половина паса движется в железном желобе, в боковых стенках которого с обеих сторон имеются прямоугольные прорезы против каждого диффузора, закрываемые заслонками (шиберами), а под ними помещаются железные спускные желоба (рукава). Внутри желоба

против каждой пары диффузоров возможно заложить и установить под углом железную переборку, к нижнему краю которой приделана щетка. Действие транспортера таково: стружка непрерывно сыплется из свеклорезки на наклонный железный желоб, а с него на движущийся пас в одном конце его и уносится последним до того места, где в желобе поперек будет поставлена переборка и вынута заслонка; в этом месте движущаяся стружка встречается на своем пути препятствие, а потому она направляется через отверстие в стенке желоба в спускной рукав, а по нем будет сыпаться в данный диффузор. Высота установки транспортера относительно верхних отверстий диффузоров должна быть такова, чтобы стружка могла свободно скользить по спускным рукавам, для чего последние должны иметь уклон не менее 45°. Иногда железный желоб, в котором движется пас, отсутствует. В этом случае над пасом движется по станине, как по рельсам, железная каретка на роликах без дна, имеющая внутри вращающуюся около вертикальной оси переборку, а сбоку по прямоугольному прорезу с спускным железным рукавом. Эта каретка передвигается в ручную вдоль транспортера, устанавливается против диффузора, подлежащего нагрузке свекловичной стружкой, находящаяся внутри каретки переборка поворачивается в надлежащее положение, спускной желоб опускается, и тогда стружка, лежащая на поверхности движущегося паса, будет направляться в данный диффузор. В том случае, когда свеклорезка стоит относительно диффузоров сравнительно низко, тогда возможно придать передней части паса уклон под углом 30°, причем верхние ролики, поддерживающие пас в этой части, должны быть установлены с двух сторон и под некоторым углом, чтобы пас приобрел форму вогнутую, т. е. имел вид овального желоба, при этом необходимо учитывать, что в случае очень большой скорости движения паса, возможно разбрасывание стружки по сторонам в том месте, где пас из наклонного положения переходит в горизонтальное.

Устройство пасового транспортера в довоенное время стоило в частном случае для суточной переработки 5.000 берк. свеклы, при длине транспортера между центрами барабанов 21,5 метр., всего 3.000 руб., из которых железная конструкция стоила 1.600 руб. и резиновый пас длиной 46 метр. при ширине 600 милл. и толщине 12 милл. стоил 1.400 р.

Как на существенный недостаток транспортера такого устройства указывается, что по истечении нескольких производств (4—5) резиновый пас приходится заменять новым, что составляет значительную долю стоимости всего сооружения. Если стоимость старого резинового паса при замене его новым исключить, а равно учесть сумму амортизации, то, конечно, в действительности расход на замену старого паса новым получится не столь значительным, чтобы признавать указанный недостаток пасового транспортера весьма существенным. Резиновый или прорезиненный пас следует избегать хранить в сухом месте.

§ 63. Производительность пасового транспортера зависит от скорости движения паса и ширины его. Эта скорость движения паса может быть, как минимальная, 1,5 метр. в 1 секунду и, как максимальная, 3 метра в 1 секунду. При расчете пасового транспортера возможно пользоваться следующей эмпирической формулой:

$$T = (0,8 \times B)^2 \times 200 \times V \times \gamma;$$

где обозначают:  $T$ —производительность транспортера в тон. в час.  
 $B$ —ширина паса в метр.  
 $V$ —скорость движения в метрах в секунду.  
 $\gamma$ —уд. вес свекловичной стружки относительно воды,  
 равный 0,5.

В частном случае, если нас будет шириною 500 мм. и будет двигаться со скоростью 2 метр. в 1 секунду, то, вставляя в указанную формулу значение  $B=0,5$  метр.,  $V=2$  метр.,  $\gamma=0,5$ , — получим:

$$T = (0,8 \times 0,5)^2 \times 200 \times 2 \times 0,5 = 32 \text{ тонн в 1 час,}$$

т. е. около 4.000 берк. в сутки.

Расход силы на приведение в движение пасового транспортера зависит от производительности его, причем надлежит учитывать число роликов, которые поддерживают как груженую половину паса, так и негруженую половину его. Наблюдениями из практики установлено, что пасовый транспортер „порожняком“ требует расхода силы от 1,5 л. с. до 3 л. с., в зависимости от длины, ширины паса, числа поддерживающих его роликов и скорости движения паса, а в нагруженном состоянии он требует затраты от 2,5 л. с. до 5 л. с., в зависимости от производительности транспортера, а именно на 2.000—3.000 берк. в сутки требуется 2—3 л. с., а на 4.000—5.000 берк. требуется 4 л. с.—5 л. с.

§ 64. Конструкция *грабельного транспортера* такова: на железной станине, установленной вдоль между рядами диффузоров, помещаются по концам ее на стальных горизонтальных валах по два стальных зубчатых колеса, диаметром 0,75 метр., через которые перекинуты две бесконечные калиброванные стальные цепи; к последним прикрепляются, на расстоянии около 0,4 метр. друг от друга, железные грабли шириною около 0,6 метр. с зубьями высотой 0,2 метр.; при движении цепей концы грабель опираются на стальные ползуны, скользящие по угловому железу на станине; грабли, расположенные на нижней половине цепи, движутся в железном желобе глубиною около 0,2 метр., в дне которого имеются отверстия с заслонками и вращающимися под ними железными спускными рукавами, причем через посредство каждого из них возможно направить стружку в любой из четырех диффузоров по два с противоположной стороны. Скорость движения грабель обычно 1 метр в 1 секунду. Производительность грабельного транспортера указанных размеров при означенной скорости движения грабель около 4.000 берк. свеклы в сутки.

Что касается расхода силы на приведение в движение грабельного транспортера, то на основании данных из практики, возможно указать, что расход силы на приведение в движение транспортера производительности около 4.000 берк. в сутки требуется около 5 л. с.

§ 65. При необходимости остановить временно пасовый или грабельный транспортер следует остановить сначала свеклорезку, а затем удалить с транспортера стружку. Остановка транспортера, нагруженного стружкой, вызывает большие затруднения при пуске его в ход. Транспортер необходимо время от времени дезинфицировать, т. е. мыть его водою с формалином, т. к. в нем возможно загнивание оставшихся кусков свекловичной стружки и вместе с этим внесение в диффузоры со стружкой разного рода микроорганизмов, могущих обусловить ненормальность в работе диффузионной батареи.

## ГЛАВА III.

# Д и ф ф у з и я .

§ 1. Для извлечения сахара из свеклы в настоящее время применяется почти исключительно, так наз., диффузионный способ, осуществляемый на сахарных заводах в диффузионной батарее, при чем получается, как продукт—диффузионный сок и, как отбросы—жом и диффузионная вода. Физико-химический процесс, происходящий в данном случае, будет—осмос или диффузия сахара и несахаров свеклы через мембрану, роль которой играет стенка свекловичной клетки. К сожалению, явления диффузии сахара и особенно несахаров свеклы, весьма мало изучены опытным путем в условиях, аналогичных таковым в диффузионной батарее, а потому очень затруднительно характеризовать вполне процессы, происходящие в ней. Однако, для целей теории и практики сахарного производства необходимо ознакомиться с теоретическими обоснованиями и экспериментальными исследованиями явления диффузии сахара и несахаров свеклы, имеющимися в специальной литературе.

Как известно, если сверху сахарного раствора налить осторожно воды так, чтобы образовалось два слоя, то, по истечении некоторого времени, начинается перемещение сахара из раствора в воду, т. е. снизу вверх, против силы тяжести; это перемещение сахара будет продолжаться до тех пор, пока концентрация раствора не станет всюду одинаковой. Это явление называется *диффузией* и оно вполне аналогично с диффузией газов, когда в одной части пространства, в котором заключается газ, давление последнего (или пропорциональное давлению—концентрация) больше, чем в другой, тогда газ будет перемещаться из области высшего давления, или большей концентрации, в область низшего давления, или меньшей концентрации; это перемещение газа будет продолжаться до тех пор, пока давление, или концентрация не уравниется везде. Правда, диффузия растворенного вещества происходит гораздо медленнее, чем диффузия газа, и, напр., проходят даже годы, когда концентрация растворенного вещества не станет всюду одинаковой в цилиндре высотой 25 сантим. Даже твердые вещества способны диффундировать в твердых же веществах; напр., по истечении 4-х лет тесного соприкосновения золота со свинцом возможно было обнаружить присутствие золота в свинце на глубине 7 милл. от поверхности соприкосновения.

Если в вышеуказанном эксперименте в месте соприкосновения сахарного раствора и воды будет находиться полупроницаемая перегородка

родка (перепонка), которая проницаема только для воды и непроницаема для сахара, то последний оказывает некоторое давление на перепонку, так как она представляет препятствие стремлению сахара распределиться в воде. Это давление растворенного вещества на полупроницаемую перепонку называется *осмотическим давлением* раствора. Такие полупроницаемые перепонки возможно приготовить искусственно-химическим способом, но они встречаются также и в природе и играют в растительной и животной жизни выдающуюся роль. Так, напр., в живой растительной клетке сок заключен в протоплазматическом мешечке, представляющем собою полупроницаемую перепонку. Для растворителя, т. е. воды, она проницаема, но непроницаема для растворенных веществ, т. е. сахара и несхаров. В растительных клетках осмотическое давление содержимого бывает нередко до 5 атм., а в исключительных случаях достигает даже 20 атм. Напр., опытами установлено, что раствор, содержащий полграмм (171 гр.) молекулы и грамм (342 гр.) молекулу сахара в литре, имеет при 20°C осмотическое давление в первом случае 14 атм. и во втором случае 31,4 атм. Итак, осмотическое давление обуславливается явлением диффузии веществ в растворе. Подобно тому, как в газах происходит движение газа из области большего давления, в область меньшего, так и в растворах происходит движение растворенного вещества из области высшего осмотического давления в область низшего.

Таким образом, осмотическое давление суть движущая сила в растворах. Эта сила весьма велика, и, напр., было высчитано, что для передвижения 342 гр. сахара через воду со скоростью 1 сант. в 1 секунду требуется сила, равная  $6,7 \times 10^9$  килогр. метр. Отсюда явствует, что сопротивление, которое оказывает вода движению растворенного вещества, чрезвычайно велико. Это возможно объяснить предположением о чрезвычайно малом размере частиц растворенного вещества. Для того, чтобы вещество в виде пыли осело, требуется несколько дней, даже в совершенно спокойной атмосфере, между тем, как вещество того же веса, но в виде крупинок, падает на землю в течение нескольких секунд. Движущая сила, т. е. притяжение данного вещества землею, одинаково в обоих случаях, но сопротивление, оказываемое воздухом малым частичкам, несравненно больше, чем таковое крупным частичкам.

Для объяснения природы осмотического давления существует несколько гипотез, но ни одна из них не может считаться удовлетворительной. Величина осмотического давления зависит от природы растворенного вещества. Напр., Pfeffer (1) определял осмотическое давление 1% раствора разных веществ, причем получил такие результаты (см. табл. 1):

Таблица I.

Вещество.	Осмотич. давление в сант. ртутн. столба.
Сахар . . . . .	47,1
Декстрин . . . . .	16,6
Азотнокалиевая с. . . . .	178,0
Сернокалиевая с. . . . .	193,0

Величина осмотического давления зависит от концентрации раствора. Тот же исследователь определял осмотическое давление растворов сахара, причем получил такие результаты (см. табл. II):

Таблица II.

Концентрация раствора, т. е. ‰ сахара в нем.	Осмотическое давление в сант. ртутн. столба.
1	53,5
2	101,6
2,74	151,8
4	208,2
6	307,5

Величина осмотического давления зависит от температуры раствора. Тот же исследователь определял осмотическое давление 1‰ сахарного раствора при разных температурах, причем получил такие результаты (см. табл. III):

Таблица III.

Температура °C	Осмотическое давление в сант. ртутн. столба
6,3	50,5
13,2	52,1
14,2	53,1
22,0	54,8

Следует заметить, что осмотическое давление не зависит от природы полупроницаемой перегородки, но при неизменном условии, чтобы она была совершенно непроницаема по отношению к растворенному веществу и совершенно проницаема по отношению к растворителю.

В виду того, что осмотическое давление обуславливает собою явление диффузии, а потому таковое будет зависеть от вышеуказанных факторов, т. е. скорость диффузии зависит от природы вещества, от разности концентраций, от температуры.

В сущности говоря, процесс извлечения сахара из свеклы не есть диффузия, а осмос, или диффузия через перегородку. Роль перегородки играет оболочка свекловичной клетки. Диффузия и осмос по существу явления одного характера, но в первом случае передвижение частиц растворенного вещества не встречает в растворе никакого препятствия, а между тем, как во втором случае передвижение частиц растворенного вещества в растворе затрудняется наличием перегородки, и, в частном случае, оболочкой свекловичной клетки.

Как известно, протоплазма растительных клеток имеет особого рода оболочку, которая в известной степени играет роль полупроницаемой перегородки: она задерживает растворенные в соке вещества и свободно пропускает через себя воду. Вследствие этого, если протоплазму клетки привести в соприкосновение с чистой водой или с раствором, имеющим меньшее осмотическое давление, чем содержимое клетки, то вода будет проникать через означенную оболочку внутрь клетки, между тем вещества, растворенные в соке, будут оставаться в ней.

Отсюда явствует, что явление осмоса сахара и несахаров через стенки клеток свеклы возможно только при условии, если означенная полупроницаемая оболочка протоплазмы станет проницаемой.

§ 2. Диффундирующая способность различных веществ неодинакова: одни из них диффундируют легко, другие—трудно и третьи—совершенно не диффундируют. Все хорошо диффундирующие вещества способны кристаллизоваться, а недиффундирующие — не способны кристаллизоваться, вследствие чего первые были названы кристаллоидами, а вторые коллоидами. Уместно заметить, что в настоящее время не признают принципиального различия между кристаллоидами и коллоидами. Если поместить с одной стороны перепонки растительного или животного происхождения раствор кристаллоидов и коллоидов, а по другую сторону той же перепонки поместить чистую воду, то кристаллоиды будут проникать через перепонку в воду, а коллоиды будут оставаться в растворе, чем и можно воспользоваться для отделения веществ одной группы от веществ другой группы (диализ). Graham (2) определял количество веществ, которые, при прочих равных условиях, в одно и то же время проходят из раствора в воду через перепонку (мембрану) определенной площади, причем получил такие результаты (см. табл. IV):

Таблица IV.

Вещества.	Диализировало весов. частей.
Сернокалиевой с., $K_2SO_4$ . . . . .	69,0
Хлористого натрия, $NaCl$ . . . . .	58,68
Серниомагневой с., $MgSO_4$ . . . . .	27,0
Сахара $C_6H_{12}O_6$ . . . . .	26,74
Камеди . . . . .	13,24
Альбумина . . . . .	3,08

Из этих данных, имеющих не абсолютное, а относительное значение, видно, что сахар по своей диффундирующей способности занимает далеко не первое место среди легко диффундирующих веществ.

Musculus и Meyer (3) определяли количество разных сахаристых веществ, которые проходили за 24 часа из 5 гр. вещества из раствора в воду через мембрану, причем получили такие результаты (см. табл. V):

Таблица V.

Вещества.	Диализировало гр.
Глюкозы . . . . .	3,89
Галактозы . . . . .	3,75
Фруктозы . . . . .	3,50
Сахарозы . . . . .	3,19
Лактозы . . . . .	3,07
Мальтозы . . . . .	2,49

Что касается диффундирующей способности раффинозы, то таковая определялась Pellet (4) в 1% и 5% растворах раффинозы и сахарозы, причем оказалось, что в первом случае диффундировало 22% раффинозы и 30% сахарозы и во втором случае 32,6% раффи-

нозы и 41,2 сахарозы, т. е. диффундирующая способность рафинированной меньше, чем таковая сахарозы.

Из этих данных видно, что сахароза по своей диффундирующей способности занимает не первое место среди сахаристых веществ.

Скорость диффузии различных веществ, т. е. количество вещества, проходящее через единицу поверхности мембраны в единицу времени при определенной температуре, будет такова (см. табл. VI):

Таблица VI.

Вещества.	Диффузионное.
Сахар, сернокислая с. . . . .	1
Сернонатровая с., угленатровая с. . . . .	1,75
Сернокислая с., углекислая с. . . . .	2
Хлористый натр., азотнатровая с. . . . .	2,33
Хлористый калий, азоткалиевая с. . . . .	3

Из этих данных видно, что большинство солей диффундирует скорее, чем сахар.

Явления, происходящие в диффузионной батарее, весьма сложны, так как через стенки свекловичных клеток одновременно с сахаром будут диффундировать сахара свеклы как кристаллического, так и коллоидального характера, причем они могут оказывать влияние друг на друга. Herzfeld (5) определял количество вещества, которое проходит в течение 2 часов через пергаментную перепонку площадью 176 кв. сант. из 200 к. с. раствора в 550 к. с. воды, причем на основании полученных результатов он вычислял, так наз., „осмотический эквивалент“, понимая под таковым число, которое получается при делении числа граммов вещества, продиффундировавшего через 1 кв. сант. перепонки, на число граммов сахара, продиффундировавшего также через 1 кв. сант. перепонки, при условии определенного времени и постоянной температуры. Полученные результаты анализов были таковы (см. табл. VII):

Таблица VII.

Раствор 10% вещества.	Осмотич. эквивалент
Сахара. . . . .	1
Сернокислой с. . . . .	3,28
Азоткалиевой с. . . . .	6,32
Хлористого калия. . . . .	6,41
Аспарагина . . . . .	1,71
Раствор 10% сахара и 1% соли.	Осмотич. эквивалент.
Сернокислой с. . . . .	2,90
Азоткалиевой с. . . . .	6,40
Хлористого калия. . . . .	5,70
Аспарагина . . . . .	2,10

Таким образом, диффундирующая способность солей в присутствии сахара понижается. Что касается диффундирующей способности сахара, то таковая также понижается в присутствии солей, а именно: если принять диффундирующую способность сахара в чистом растворе за 1, то таковая в присутствии солей будет: сернокалийевой соли—0,86, хлористого калия—0,76.

На скорость диффузии разных веществ, при прочих одинаковых условиях, весьма сильное влияние оказывает температура. Названный исследователь производил соответствующие опыты при вышеуказанных условиях, причем получил такие результаты (см. табл. VIII):

Таблица VIII.

Вещества.	Весов. %.	Температура °С.	Прошло через всю мембрану вещества гр.	Прошло через кв. с. мембраны вещества гр.
Сахар . . . . .	10	20	0,886	0,00503
" . . . . .	10	30	0,956	0,00543
" . . . . .	10	40	1,193	0,00678
" . . . . .	10	50	1,719	0,00977
" . . . . .	10	60	2,292	0,01302
" . . . . .	10	70	2,675	0,01530
" . . . . .	10	80	3,272	0,01859
Сернокалийевая с. . . . .	10	20	2,907	0,01652
" . . . . .	10	60	5,918	0,03306
Азотнокалиевая с. . . . .	10	20	5,599	0,03181
" . . . . .	10	60	10,923	0,06206
Хлористый калий . . . . .	10	20	5,685	0,03231
" . . . . .	10	60	11,223	0,06377
Сахар и Сернокалийевая с. . . . .	10	20	0,764	0,00434
Сахар и Сернокалийевая с. . . . .	1	60	0,220	0,00125
Сахар и Сернокалийевая с. . . . .	10	60	2,06	0,01170
Сахар и Сернокалийевая с. . . . .	1	60	0,707	0,00345
Сахар и Азотнокалиевая с. . . . .	10	20	0,716	0,00407
Сахар и Азотнокалиевая с. . . . .	1	20	0,471	0,00268
Сахар и Азотнокалиевая с. . . . .	10	60	0,934	0,01099
Сахар и Азотнокалиевая с. . . . .	1	60	0,817	0,00464
Сахар и Хлорнокалиевая с. . . . .	10	20	0,671	0,00381
Сахар и Хлорнокалиевая с. . . . .	1	20	0,384	0,00275
Сахар и Хлорнокалиевая с. . . . .	10	60	1,927	0,01993
Сахар и Хлорнокалиевая с. . . . .	1	60	0,887	0,00504
Аспарагин . . . . .	5	20	0,784	0,00445
" . . . . .	10	60	3,531	0,02006
Сахар и Аспарагин . . . . .	10	20	0,803	0,00442
Сахар и Аспарагин . . . . .	1	20	0,165	0,002006
Сахар и Аспарагин . . . . .	10	60	2,149	0,00456
Сахар и Аспарагин . . . . .	1	60	0,322	0,00094

Из этих данных явствует, что диффундирующая способность сахара, а также солей увеличивается с повышением температуры, но при этом для сахара в большей мере, чем для солей. Этот факт имеет существенное практическое значение, так как указывает, что при извлечении сахара из свеклы в диффузионной батарее возможно ускорить процесс повышением температуры, причем сахар будет извлекаться из свеклы скорее, чем соли.

§ 3. Процессы, происходящие при диффузионном способе извлечения сахара из свеклы, сравнительно сложны. Как известно, содержимое свекловичной клетки, т. е. сок, облечено в плазматическую оболочку, которая является непроницаемой для растворенных веществ

сока, а потому для возникновения процесса диффузии этих веществ через стенки свекловичной клетки, необходимо изменить свойства означенной оболочки. Это достигается нагреванием свекловичной стружки, или, более правильно, ошпариванием ее посредством горячего сока, причем плазматическая оболочка изменяет свое строение и отделяется от стенок клетки, благодаря чему создаются условия, благоприятные для диффузии через стенки клетки растворенных веществ сока. Таким образом, сахар и несахара свеклы могут диффундировать через стенки умерщвленных свекловичных клеток в окружающую их воду или в окружающий их сок меньшей концентрации, чем таковой, заключающийся внутри клеток. Несомненно, что условия диффузии растворенных веществ сока для свекловичных клеток, находящихся на поверхности и внутри свекловичной стружки, будут различны. В первом случае содержимое клеток, т. е. сахар и несахара сока, будут диффундировать через стенки клеток непосредственно в воду или в сок меньшей концентрации. Во втором случае содержимое клеток, т. е. сахар и несахара сока, будут диффундировать через стенки клеток из одной клетки в другую, пока не достигнут клеток, лежащих на поверхности свекловичной стружки. Конечно, в этом случае межклеточные пространства, образуемые в местах соединения клеток между собою, могут играть роль каналов, по которым будет протекать процесс диффузии содержимого клеток, прилегающих к этим каналам, при несколько иных условиях, чем описано выше. Насколько сложно будет в данном случае явление, возможно указать на следующий факт, приводимый Herzfeld'ом (6): Свекловичная стружка, длиной 10 милл., шириной 6 милл., толщиной 2 милл., весит 0,1188 гр., и, если учесть, что свекловичная клетка имеет ширину 20 микром, длину 60 микром, поперечник 40 микром и объем 0,000335 куб. сант., то в означенной свекловичной стружке будет заключаться 3,582090 клеток, причем около 3,5% общего числа клеток возможно отнести к числу клеток, лежащих на поверхности стружки и разрезанных, т. е. содержимое этих клеток будет просто вымываться при извлечении сахара из свеклы.

Разумеется, и в этом случае, когда диффузия сахара и несахаров сока будет происходить через стенки свекловичных клеток, количество диффундирующих веществ в определенный промежуток времени будет зависеть от поверхности соприкосновения свекловичной стружки с окружающей ее водой или соком меньшей концентрации, от разницы концентраций сока, заключающегося в свекловичной стружке и сока, окружающего свекловичную стружку, и от температуры, при которой будет происходить этот процесс.

На основании вышесказанного, приходим к выводу, что при современном способе извлечения сахара из свеклы, осуществляемом в диффузионной батарее, будут происходить следующие основные процессы.

В диффузоре с нагруженной свекловичной стружкой при наборе его соком из предыдущего диффузора будет происходить вымывание содержимого разрезанных клеток, находящихся на поверхности свекловичной стружки; несомненно, явление „выщелачивания“ содержимого свекловичных клеток будет совершаться относительно быстро.

В последующем диффузоре, в котором температура содержимого должна быть таковой, чтобы умертвить свекловичные клетки, будет

совершаться диффузия через стенки клеток сахара и сахара в сок, окружающий свекловичную стружку.

В остальных диффузорах, в которых содержимое подвергалось уже нагреву до умерщвления свекловичных клеток, будет также совершаться диффузия через стенки клеток сахара и сахара в сок, окружающий свекловичную стружку.

Кроме того, в диффузорах будут протекать химические реакции, в результате которых нерастворимые вещества свекловичного сока становятся растворимыми и переходят в диффузионный сок.

§ 4. Современный диффузионный способ извлечения сахара из свеклы заменил собою применявшийся с тою же целью на сахарных заводах прессовой способ. При прессовом способе свекловичные корни истирались на терках особой конструкции в мязгу, которая заворачивалась в салфетки и подвергалась отжиманию в гидравлических прессах. Этот способ был применен Achard'ом в 1802 г. на его первом сахарном заводе. Взамен гидравлических прессов для отжимания свекловичной мязги позже (Requeur в 1856 г.) стали применять вальцовые прессы. С тою же целью в редких случаях применялись центрофуги (Baumann и Maquet в 1856 г.). Задолго до возникновения диффузионного способа было предложено для извлечения сахара из свеклы вымывать свекловичную мязгу водою (Pelletan в 1837 г.). Этот способ, именуемый „мацерацией“, позже был усовершенствован в том отношении, что свекловичная мязга подвергалась систематическому выщелачиванию водою при нагреве в ряде сосудов. Что касается диффузионного способа, предложенного J. Robert'ом в 1865 г., то таковой имеет много общего по существу с горячей мацерацией; правда, при нем подвергается не только выщелачиванию, а также и осмосу при нагреве свекловичная стружка; но в свекловичной мязге часть клеток остается неразорванными теркой, вследствие чего при мацерации на ряду с выщелачиванием будет происходить также и осмос. Этот способ был впервые предложен еще в 1831 г. Dombasle, применялся F. Robert'ом в 1847 г. и он только усовершенствован J. Robert'ом, а также Schulz'ем, причем усовершенствования последнего были весьма существенны и благодаря им диффузия стала технически рациональной. Для суждения о распространении диффузионного способа на сахарных заводах уместно привести данные, относящиеся к Германии (см. табл. IX):

Таблица IX.

Годы.	Общее число заводов.	Диффузионных заводов.	%.
1871 г. . . . .	311	52	16,7
1875 г. . . . .	332	157	47,3
1880 г. . . . .	333	309	92,8

Что касается распространения диффузионного способа на сахарных заводах в России, то возможно привести следующие данные (см. табл. X):

Таблица X.

Годы.	1870—71	1876—77	1881—82	1884—85
Заводов всех . .	258	261	235	244
Заводов диффуз.	16—6 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	82—31 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	179—72 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	212—92 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>

Несомненно, осуществлению диффузионного способа способствовало применение для получения свекловичной стружки резальной машины, изобретенной Jасquier'ом. В России диффузионный способ был применен впервые на сахарных заводах в 1871 г. По этому поводу современник пишет („Записки Киев. Отд. Русск. Технич. Общества по сахарной промышленности“ за 1872 г., 257—270 стр.): „Способ диффузии Роберта недавно введен в России на нескольких заводах. Как всякое новое дело, этот способ с трудом пробивал себе дорогу в нашем отечестве и должен был выдержать много несправедливых нападков со стороны консерваторов, отрицающих в принципе всякое теоретическое рассуждение и не доверяющих данным опыта. С подобными скептиками, очевидно, невозможно какое-либо соглашение, и, если диффузия приобрела у нас право гражданства, и осуществилась на практике, то только благодаря почину личностей разумных и энергичных... В заключение остается упомянуть в общих чертах о технических выгодах диффузии по сравнению с прессовым способом. Экономия механической силы, вдвое меньшая стоимость всех приспособлений и сокращение числа рабочих по крайней мере в четыре раза, вот важнейшие обстоятельства, не допускающие уже сами по себе, никакой конкуренции между диффузией и прессовым способом, так что некоторые заводчики нашли выгодным выбросить пресса и поставить диффузоры, которые действительно окупилась в одно производство.

Наконец, диффузия не только выгодное, но и гуманное дело по отношению к рабочим, потому что едва ли есть что-нибудь несноснее и грязнее нажатия прессов; только разными приманками, а иногда и просто силой можно заставить копаться 12 часов к ряду в полужидкой, часто холодной до замерзания мязге; и уничтожение подобной каторжной работы можно считать для них истинным благодеянием. Надеюсь, что диффузия вытеснит со временем все другие способы...“

В данном случае комментарии к оценке нового и старого способов извлечения сахара из свеклы являются излишними.

§ 5. Для осуществления процесса диффузии с целью извлечения сахара из свекловичной стружки применяются железные сосуды, цилиндрической формы с коническими насадками сверху и внизу, имеющими отверстия, герметически закрываемые крышками; такие сосуды именуется диффузорами. Для нагрева воды и сока, проходящих через диффузоры со стружкой, применяются паровые подогреватели, представляющие собою герметически закрытые железные цилиндры с латунными трубками внутри, устанавливаемые между диффузорами; такие подогреватели именуется калоризаторами.

Для пуска воды в диффузоры, для перекачивания сока из диффузора в диффузор, для откачивания из диффузоров получаемого диффузионного сока, для впуска в калоризаторы пара и для отвода из них конденсационной воды, необходимо иметь достаточное число труб, снабженных в надлежащих местах затворами (ventилями); совокупность труб с ventилями именуется коммуникацией.

На прилагаемом чертеже изображена диффузионная батарея, состоящая из 6 диффузоров и такого же числа калоризаторов (на сахарных заводах обычно устанавливается диффузионная батарея, состоящая из 12 диффузоров и такого же числа калоризаторов), причем на чертеже диффузоры обозначены  $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6$ , а калоризаторы  $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$ . Труба верхняя, идущая вдоль всех диффузоров и обозначенная  $W$ , служит для подвода в диффузоры

воды; эта труба снабжена 6 вентилями, обозначенными на чертеже  $W_1, W_2, W_3, W_4, W_5, W_6$ , которые при посредстве патрубков соединены с диффузорами и калоризаторами так, как указано это на чертеже; один конец этой трубы соединен с насосом, а другой заглушен. Труба нижняя, идущая вдоль всех диффузоров и обозначенная  $S$ , служит для отвода из диффузоров сока в особый сборник (мерник); эта труба снабжена 6 вентилями, обозначенными на чертеже  $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6$ , которые, при посредстве патрубков, соединены с диффузорами и калоризаторами так, как указано на чертеже; один конец этой трубы соединен с дном сборника, причем около последнего на трубе имеется вентиль, а другой конец трубы заглушен. Кроме того, между каждым диффузором и калоризатором помещается один двухходовый вентиль, при посредстве которого возможно разобщить один диффузор от другого; таких вентилях 6 и они обозначены на чертеже  $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6$ . На верхних крышках диффузоров имеется 6 кранов для выпуска из них воздуха, обозначенных на чертеже  $L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, L_6$  и на верхних крышках калоризаторов имеется 6 кранов для той же цели, обозначенных на чертеже  $l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6$ . На трубах, соединяющих низ диффузоров с низом калоризаторов, имеется 6 вентилях для спуска из них диффузионной воды, и они обозначены на чертеже  $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6$ . На чертеже-же указаны трубы с вентилями для подвода пара в калоризаторы и для отвода из последних конденсационной воды.

Для уяснения хода работы диффузионной батареи, а вместе с этим процессов, происходящих в ней, рассмотрим пуск батареи в ход, и когда батарея на полном ходу.

Принимая во внимание, что для успешного выполнения процесса диффузии необходимо иметь горячую воду, а вода, применяемая на диффузии, обычно только теплая, приходится нагревать воду в самой диффузионной батарее. Для этого открывают водяной вентиль  $W_1$  у диффузора  $D_1$ , тогда вода насосом по водяной трубе  $W$  будет поступать в тот же диффузор сверху, наполняя его и соединенный с ним калоризатор  $K_2$ , причем воздушный кран  $L_1$  на верхней крышке диффузора и таковой же кран  $l_2$  на верхней крышке калоризатора должны быть открыты для выпуска из них воздуха, и, когда через эти краны начнет вытекать вода, что указывает на наполнение диффузора  $D_1$  и калоризатора  $K_2$  водою, тогда воздушные краны закрывают и в калоризатор  $K_2$  впускают пар. Далее, открывают переводной вентиль  $V_2$  у диффузора  $D_2$ , тогда вода будет накачиваться насосом и поступать в диффузор  $D_1$ , вытесняя воду, находящуюся в этом диффузоре и калоризаторе  $K_2$ , в диффузоре  $D_2$ , причем воздушные краны  $L_2$  и  $l_3$  необходимо иметь открытыми и, когда вода начнет вытекать из этих кранов, что служит указанием на наполнение диффузора  $D_2$  и калоризатора  $K_3$  водою, тогда воздушные краны закрываются и в калоризатор  $K_3$  впускают пар. Заранее нагружают диффузор  $D_3$  свекловичною стружкой, закрывают плотно его верхнюю крышку, открывают соковой вентиль  $S_2$  у диффузора  $D_3$  и соковой вентиль  $S_4$  у диффузора  $D_4$ , причем воздушный кран  $L_3$  должен быть открытым, тогда силою давления воды, накачиваемой насосом, вода из диффузора  $D_1$  и калоризатора  $K_2$  будет вытеснять воду, находящуюся в диффузоре  $D_2$  и калоризаторе  $K_3$  через открытый вентиль  $S_2$  по соковой трубе  $S$ , заглушенной с одного конца и запертой вентиляем с другого, через открытый вентиль  $S_4$  и через верх калоризатора  $K_4$  вниз его и через трубу, соединяющую низ этого калоризатора

тора с низом диффузора  $D_3$  в этот последний, постепенно наполняя его снизу вверх и вытесняя воздух из находящейся в диффузоре стружки и, когда диффузионный сок (относительно малой концентрации) покажется в воздушном кране  $L_3$ , что служит указанием наполнения диффузора  $D_3$  соком, тогда воздушный кран  $L_3$  закрывают, закрывают соковый вентиль  $S_3$  и открывают переводной вентиль  $V_3$ , пускают пар в калоризатор  $K_4$ . Заранее нагружают свежловичной стружкой диффузор  $D_4$ , закрывают плотно его верхнюю крышку, открывают соковый вентиль  $S_3$  у диффузора  $D_3$ , причем воздушный кран  $L_4$  должен быть открыт, тогда силой давления воды, накачиваемой насосом, вода из диффузора  $D_3$  и калоризатора  $K_4$  будет вытеснять воду из диффузора  $D_2$  и калоризатора  $K_3$ , а эта вода, в свою очередь, будет вытеснять сверху вниз сок, находящийся в диффузоре  $D_3$ , отсюда по соединительной трубе диффузора с калоризатором этот сок будет вытеснять снизу вверх сок, находящийся в калоризаторе  $K_4$ , который будет поступать через открытый вентиль  $S_4$  в соковую трубу  $S$ , запертую и заглушенную с обоих концов, и через открытый вентиль  $S_5$ , через верх калоризатора  $K_5$  вниз его и через трубу, соединяющую низ калоризатора с низом диффузора  $D_4$ , в этот последний, постепенно наполняя его снизу вверх и вытесняя воздух из стружки, находящейся в диффузоре и, когда диффузионный сок (несколько большей концентрации) покажется в воздушном кране  $L_4$ , что служит указанием наполнения диффузора  $D_4$  соком, тогда воздушный кран  $L_4$  закрывают, закрывают соковый вентиль  $S_4$  и открывают переводной вентиль  $V_4$ , пускают пар в калоризатор  $K_5$ . Заранее нагружают диффузор  $D_5$  свежловичной стружкой, наполняют его соком из диффузора  $D_4$  снизу вверх и, когда он будет наполнен соком, тогда закрывают вентиль  $S_5$  и открывают вентиль  $V_5$ , пускают пар в калоризатор  $K_6$ . Загружая последующие диффузоры свежловичной стружкой и наполняя поочередно каждый из них соком из предыдущего, для чего приходится открывать и закрывать соответствующие вентили, достигают десятого диффузора  $D_{10}$ . Нагрузив диффузор  $D_{10}$  свежловичной стружкой, набирают его соком из предыдущего диффузора, т. е. из  $D_9$ , и когда сок будет вытекать из воздушного крана  $L_{10}$ , что служит указанием наполнения диффузора  $D_{10}$  соком, тогда из диффузора  $D_{10}$  надо отобрать, или откачать, определенное количество полученного диффузионного сока, имеющего уже довольно большую концентрацию. С этой целью закрывают соковый вентиль  $S_{10}$ , открывают переводной вентиль  $V_{10}$  и, оставив открытым соковый вентиль  $S_{11}$ , который был открыт при наборе диффузора  $D_{10}$  соком из диффузора  $D_9$ , открывают вентиль на соковой трубе  $S$  у мерника, тогда силой давления воды, диффузионный сок, находящийся в диффузоре  $D_{10}$ , будет вытесняться сверху вниз соком из диффузора  $D_9$ , по соединительной трубе диффузора с калоризатором сок будет вытесняться снизу вверх калоризатора  $K_{10}$  и через открытый соковый вентиль  $S_{11}$  он поступает в соковую трубу  $S$ , а из нее через открытый вентиль у мерника будет наполнять мерник и, когда поплавок в последнем поднимется на высоту, соответствующую числу ведер, каковое надлежит откачивать из диффузора, тогда закрывают вентиль у мерника.

Очевидно, сколько сока будет откачено (по объему) из диффузора  $D_{10}$ , столько войдет в него сока из диффузора  $D_9$  и т. д. включительно до диффузора  $D_1$ , в который поступает вода и, несомненно, ее поступит в этот диффузор столько, сколько было откачено диф-

фузионного сока из диффузора  $D_{10}$ . Откачав надлежащее количество сока из диффузора  $D_{10}$ , приступают к набору диффузора  $D_{11}$ , нагруженного свежловичной стружкой, соком из диффузора  $D_{10}$ , для чего открывают соковый вентиль  $S_{12}$ , тогда сок давлением, существующим в диффузионной батарее, вытесняется из диффузора  $D_{10}$  сверху вниз и по соединительной трубе поступает вниз колоризатора  $K_{11}$ , поднимается в нем снизу вверх и через открытый соковый вентиль  $S_{11}$  направляется в соковую трубу  $S_x$  из которой через открытый соковый вентиль  $S_{12}$  попадает вверх колоризатора  $K_{12}$ , движется в нем сверху вниз, по соединительной трубе поступает вниз диффузора  $D_{11}$ , постепенно наполняет его снизу вверх, и, когда сок начнет вытекать из воздушного крана  $L_{11}$ , что служит указанием наполнения диффузора  $D_{11}$  соком, тогда закрывают соковый вентиль  $S_{12}$ , открывают переводный вентиль  $V_{12}$ , после чего приступают к откачке сока из диффузора  $D_{11}$  на мерник так, как это было указано выше. Нагрузив диффузор  $D_{12}$  свежловичною стружкой, набирают его соком из диффузора  $D_{11}$  и откачивают сок из диффузора  $D_{12}$  на мерник. Приступают к выпуску воды из диффузора  $D_1$ , для чего закрывают водяной вентиль  $W_1$  и переводной вентиль  $V_2$ , открывают водяной вентиль  $W_2$ . В этом случае диффузор  $D_1$  и калоризатор  $K_2$  становятся совершенно разобщенными от остальных диффузоров и калоризаторов, а потому из них возможно будет вылить воду, с какою целью открывают воздушные краны  $L_1$  и  $L_2$  на верхних крышках диффузора и калоризатора, открывают спускной вентиль  $d_1$  на соединительной трубе между диффузором и калоризатором, и, когда часть воды вытечет из диффузора и калоризатора, тогда открывают нижнюю крышку у диффузора, причем вода выливается в кирпичную канаву или железный желоб под диффузором. Опорожнив диффузор  $D_1$  от воды, закрывают нижнюю крышку и приступают к нагрузке этого диффузора свежловичной стружкой. Нагрузив диффузор  $D_1$  стружкой, набирают его соком из диффузора  $D_{12}$ , после чего сок откачивают из диффузора  $D_1$  на мерник. Одновременно с тем, когда производится набор соком диффузора  $D_1$  и откачка из него сока на мерник, опоражнивают диффузор  $D_2$  от находящейся в нем воды, для чего поступают так, как было указано выше при опоражнивании от воды диффузора  $D_1$ , т. е. закрывают водяной вентиль  $W_2$ , переводной вентиль  $V_2$  и открывают водяной вентиль  $W_3$ . Опорожнив диффузор  $D_2$  от воды, закрывают плотно его нижнюю крышку и приступают к нагрузке этого диффузора свежловичной стружкой. Нагрузив диффузор  $D_2$  стружкой, набирают его соком из диффузора  $D_1$ , после чего откачивают сок из диффузора  $D_2$  на мерник. Одновременно с тем, когда производится набор соком диффузора  $D_2$  и откачка из него сока на мерник, опоражнивают диффузор  $D_3$  от содержащейся в нем обессахаренной свежловичной стружки (жомы), для чего закрывают водяной вентиль  $W_3$  и переводной вентиль  $V_4$ , открывают водяной вентиль  $W_4$ , тогда диффузор  $D_3$  и калоризатор  $K_4$  становятся совершенно разобщенными от остальных диффузоров и калоризаторов; далее, открывают спускной вентиль  $d_3$  для спуска из диффузора  $D_3$  воды, заключающейся между жомом (диффузионной воды), открывают воздушный кран  $L_3$  и, когда часть диффузионной воды, содержащейся в диффузоре, вытечет из него, тогда открывают нижнюю крышку диффузора и весь жом с диффузионной водой падают в канаву (или желоб), находящуюся под диффузором; внутри же диффу-

зор споласкивается водою, для чего приоткрывают водяной вентиль  $W_2$ . Опорожнив диффузор от жома и диффузионной воды, закрывают плотно его нижнюю крышку и приступают к нагрузке этого диффузора свекловичной стружкой.

Таким образом, устанавливается правильный ход работы диффузионной батареи, при котором вода посредством насоса подается по водяной трубе  $W$ , идущей вдоль всех диффузоров, и через один открытый водяной вентиль ( $W_1$ ) поступает вверх одного диффузора ( $D_1$ ), в котором находится свекловичная стружка с наименьшим содержанием сахара, проходит вниз этого диффузора, переходит через соединительную трубу вниз калоризатора ( $K_3$ ), поднимается в нем кверху и через открытый переводной вентиль ( $V_3$ ), поступает вверх следующего диффузора ( $D_3$ ), и т. д. Значит, вода, при переходе из диффузора в диффузор встречает в каждом из них свекловичную стружку все более и более сахаристую, при чем в этих диффузорах происходит процесс осмоса, в результате чего в них будет получаться сок все более и более концентрированный, т. е. содержание в нем сахара и несахаров будет постепенно увеличиваться, и когда этот сок достигнет диффузора с свежее загруженной свекловичной стружкой, то, после наполнения его, содержание сахара и несахаров в соке будет немногим различаться от содержания таковых в нормальном соке, а потому этот сок откачивается из диффузора на мерник. При прохождении сока из диффузора в диффузор он проходит также через находящиеся между ними калоризаторы, где может быть нагреваем до температуры, необходимой для успешной работы.

Итак, при установившемся ходе работы диффузионной батареи в диффузоре будет загружаться свекловичная стружка и накачиваться в них вода, а из диффузоров будет выгружаться обессахаренная свекловичная стружка (жом) и содержащаяся между нею вода (диф. вода) и выкачиваться диффузионный сок. В виду того, что набор соком диффузоров с свежее свекловичной стружкой и откачка из этого диффузора диффузионного сока будут следовать друг за другом, вода будет поступать безостановочно в диффузор с почти обессахаренной свекловичной стружкой и в результате чего в диффузионной батарее во всех ее диффузорах будет непрерывно происходить процесс осмоса, т. е. прохождение через стенки свекловичных клеток сахара и несахаров в окружающий свекловичную стружку сок меньшей концентрации, чем таковой, заключающийся в ней.

§ 6. Для характеристики процессов, происходящих в диффузионной батарее при извлечении сахара из свекловичной стружки посредством воды при нагреве, уместно привести результаты опытного исследования, произведенного Сильманом (7) на сахарном за-

№ диффузора.	I		II		III		IV		V		VI	
Брике . . . . .	0,6	1,0	1,2	1,6	2,1	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,4	5,8
Сахара % . . . . .	0,20	0,35	0,54	0,93	1,27	1,63	2,05	2,43	3,03	3,37	3,92	4,55
Несахара % . . . . .	0,40	0,65	0,66	0,67	0,83	1,07	1,15	1,17	1,07	1,23	1,28	1,25
Доброкачественность вид. . .	33	35	45	58,1	60,5	60,4	64,1	67,5	73,9	73,3	72,6	78,4

воде, на котором была установлена диффузионная батарея, состоящая из 14 диффузоров, из которых в работе было 12, один нагружался, а другой разгружался. Пробы сока брались из диффузоров, начиная с диффузора, на который шла вода и в моменты, когда диффузор с свежe нагруженной стружкой набирался соком из предыдущего и когда из этого диффузора сок откачивался на мерник.

Данные анализа получались таковы (см. табл. XI на страницах 158 и 159).

Из этих данных явствует, что в диффузионной батарее, одновременно с процессом диффузии сахара, происходит процесс диффузии несахаров свеклы, причем в диффузорах, ближайших к воде, второй процесс превалирует над первым, как это подтверждается сравнением величин доброкачественности соков, получающихся в этих диффузорах.

§ 7. Были попытки выразить работу диффузионной батареи, т. е. процессы, происходящие в ней, посредством математических формул. Из попыток такого рода заслуживает внимания принадлежащая Розенбергу (8). Рассматривая явления, происходящие при диффузии, нетрудно убедиться, что должна существовать математическая зависимость между содержанием сахара в свекле и в диффузионном соке, числом диффузоров и количеством диффузионного сока, отбираемого по в. свеклы. Другими словами, существует функция:

$$F(P, n, X, Y) = C \dots \dots \dots A$$

$$\text{или } Y = f(P, n, X) \dots \dots \dots B$$

где P — содержание сахара в свекле, Y — содержание сахара в диффузионном соке, n — число действующих диффузоров и X — количество диффузионного сока, отбираемого по в. свеклы, и, если виды этих функций будут известны, то зная три из названных величин, можно будет четвертую найти вычислением.

Для определения вида этих функций, представим себе батарею из n+1 диффузоров, из которых в действии всегда находится n диффузоров, а один выгружается и нагружается. Процентное содержание сахара в свекле обозначим через P, после первого ее диффундирования — Y<sub>1</sub>, после второго диффундирования Y<sub>2</sub>, после третьего диффундирования Y<sub>3</sub>, и т. д., и, наконец, n-го диффундирования — Y<sub>n</sub>. Очевидно, при допущении, что в каждом диффузоре будет достигаться предел диффузии, содержание сахара, как в отбираемом соке, так и в остающейся свекле, в каждом данном диффузоре должно быть одинаково. Затем ясно, что на стружку для диффундирования в первый раз напускается сок из предыдущего диффузора, где диффузия уже прошла два раза, т. е. с содержанием сахара Y<sub>2</sub>. Точно

Таблица XI.

VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Примечание.					
6.6	7.3	7.9	8.4	9.2	10.2	11.1	12.7	13.7	14.7	15.1	15.3	Нормальный сок.
5.14	5.83	6.37	7.41	7.93	8.84	9.52	10.82	11.67	12.65	12.90	12.95	
1.46	1.47	1.53	1.36	1.27	1.36	1.38	1.58	2.03	2.05	2.20	2.45	Жом : сах. % = 0.28
78.0	79.8	80.6	83.3	86.2	86.7	85.8	85.2	85.2	86.7	85.4	84.6	Диф. вода : сах. % = 0.18

также на стружку для диффундирования во второй раз напускается сок из диффузора, где диффузия уже произошла три раза, и т. д., и, наконец, на стружку для диффундирования в  $n-1$  раз напускается сок с содержанием  $Y_n$  сахара, и для получения сока с означенным содержанием сахара напускается чистая вода. Далее, предположим, что содержание сахара в свекле и в нормальном соке будет одинаково.

Итак, на свежее нагруженную стружку, содержащую  $P\%$  сахара, для диффундирования напускается сок из соседнего диффузора, где диффундирование произошло два раза, с содержанием  $Y_2$  сахара. После первого диффундирования отбираемый сок и остающаяся стружка будут содержать  $Y_0\%$  сахара. Следовательно, стружка потеряла  $P-Y$  частей сахара, которые, распределяясь между  $X$  частей

сока, увеличат содержание в нем сахара на  $\frac{P-Y}{X}$ , т. е. к  $Y_2$  прибавится  $\frac{P-Y}{X}$ , а потому сахара в соке после первого диффундирования будет  $Y_2 + \frac{P-Y}{X}$ ; но сок после первого диффундирования содержит  $Y$  сахара, а потому будем иметь:

$$Y = Y_2 + \frac{P-Y}{X}, \text{ откуда: } Y - Y_2 = \frac{P-Y}{X} \dots \dots \dots 1$$

На стружку с содержанием  $Y_0\%$  сахара для диффундирования во второй раз напускается сок с содержанием  $Y_3$  сахара, и после второго диффундирования выходящий сок и остающаяся стружка будут иметь  $Y_2$  сахара. Стружка теряет при этом  $Y - Y_2$  частей сахара, а содержание сахара в соке увеличивается на  $\frac{Y - Y_2}{X}$ , а потому сахара в соке, после второго диффундирования, будет  $Y_3 + \frac{Y - Y_2}{X}$ ; но сок после второго диффундирования содержит  $Y_2$  сахара, а потому будем иметь:

$$Y_2 = Y_3 + \frac{Y - Y_2}{X}, \text{ откуда: } Y_2 - Y_3 = \frac{Y - Y_2}{X} \dots \dots \dots 2$$

Таким образом, найдем далее:

$$Y_3 - Y_4 = \frac{Y_2 - Y_3}{X} \dots \dots \dots 3$$

$$Y_4 - Y_5 = \frac{Y_3 - Y_4}{X} \dots \dots \dots 4$$

$$Y_{n-1} - Y_n = \frac{Y_{n-2} - Y_{n-1}}{X} \dots \dots \dots n-1$$

$$Y_n - 0 = \frac{Y_{n-1} - Y_n}{X} \dots \dots \dots n$$

Перемножив между собою все уравнения (1), (2), (3)... (n), получим:

$$\frac{(Y_1 - Y_2)(Y_2 - Y_3)(Y_3 - Y_4) \dots (Y_{n-1} - Y_n)}{(P - Y)(Y - Y_2)(Y_2 - Y_3) \dots (Y_{n-1} - Y_n)} = \frac{P - Y}{X^n}$$

Сократив равные множители в обеих частях, получим:

$$Y_n = \frac{P - Y}{X^n}$$

$Y_n$  есть содержание сахара в свекле после последнего диффузионного жоме, т. е. потеря сахара в жоме. Количество сахара, перешедшего в диффузионный сок, равняется количеству сахара, содержащегося в свекле, без того количества сахара, которое осталось в жоме и в диф. воде, т. е.  $P - Y_n = P - \frac{P - Y}{X^n}$ . С другой стороны, количество сахара в диффузионном соке есть  $XY$ , а потому имеем:

$$XY = P - \frac{P - Y}{X^n}, \text{ откуда } X^{n+1} - \frac{PX^n}{Y} + \frac{P - Y}{Y} = 0 \dots I$$

Это и есть искомая функция  $F(P, n, X, Y) = 0$ .

Решив уравнение относительно  $Y$ , находим:

$$Y = P \frac{X^n - 1}{X^{n+1} - 1} \dots \dots \dots II$$

Это и есть искомая функция  $Y = f(P, n, X)$ .

Когда из 4-х величин, входящих в это уравнение, будут даны 3, то четвертая находится вычислением. Напр., даны  $X, P, n$ , находим:

$$Y = P \frac{X^n - 1}{X^{n+1} - 1}; \text{ даны } X, Y, \text{ — находим:}$$

$$P = Y \frac{X^{n+1} - 1}{X^n - 1}; \text{ даны } X, Y, P, \text{ — находим:}$$

$$n = \frac{\lg(P - Y) - \lg(P - XY)}{\lg X}$$

Для нахождения величины  $X$  следует взять первую производную уравнения (II) по  $X$  и приравнять ее 0. Сделав это, получим:

$$\frac{dY}{dX} = \frac{nX^{n+1}(X^{n+1} - 1) - (n + 1)X^n(X^n - 1)}{(X^{n+1} - 1)^2} = 0$$

откуда получим:

$$X^{n+1} - (n + 1)X + n = 0.$$

Значения  $X$ , соответствующие  $Y_{\text{max}}$ , зависят, как видно из этого уравнения, только от  $n$ , т. е. от числа диффузоров.

Так как все вещественные корни этого уравнения суть величины отрицательные, поэтому для решения остается принять  $X = 1$ , т. е.

для получения диффузионного сока с наибольшим содержанием сахара следует на 1 в. часть стружки отбирать 1 в. часть сока, или, что то же, количество получаемого диффузионного сока должно быть 100% по в. свеклы.

Вставляя в уравнение (II) значение  $X = 1$ , получаем:

$$Y_{\max} = \frac{P1^n - 1}{1^n - 1 - 1} = P \frac{0}{0}, \text{ т. е. выражение неопределенное.}$$

Для решения неопределенности берем в уравнении (II) производные числителя и знаменателя, получаем:

$$Y_{\max} = P \frac{n}{n + 1}$$

Так как на 1 в. часть свеклы отбирается 1 в. ч. сока, то потеря сахара в остатках будет выражаться разностью:

$$P - Y_{\max} = P - P \frac{n}{n + 1} = \frac{P}{n + 1}$$

Отсюда явствует, чтобы эта потеря была по возможности мала, необходимо, чтобы  $n$  было очень велико; теоретически для полного извлечения сахара из свеклы, т. е. при отсутствии его потерь в остатках, должно быть  $n = \infty$ , или, что то же, требуется батарея, состоящая из бесконечного числа диффузоров.

§ 8. *Диффузор* представляет собою по форме цилиндр, сопряженный с двумя усеченными конусами, каковые слепаны из котельного железа. Верхнее и нижнее отверстия диффузоров закрываются чугунными крышками. Верхняя крышка откидывается в сторону, вращаясь на стержне, укрепленном на верхнем конусе, прижимается посредством винта с рукояткою в виде маховика, к закраинам отверстия, в которые заложена резиновая прокладка в виде кольца, с целью достижения плотности загвора; к той же крышке снизу прикрепляется, на некотором расстоянии от нее, железная решетка; нередко эта решетка бывает отдельная и закладывается в диффузор сверху, когда он будет заполнен стружкой; назначение этой решетки в том, что она должна способствовать равномерному распределению поступающих в диффузор воды или сока. К верхнему конусу приклепывается чугунная цилиндрическая насадка с двойными стенками, каковые образуют как бы канал вокруг верхнего отверстия диффузора, причем внутренняя стенка этой насадки имеет прямоугольные отверстия; сбоку означенной насадки имеется круглое отверстие с примыкающим к нему чугунным патрубком. Нижняя крышка откидывается вниз, вращаясь на стержне, заложенном в отверстия чугунных приливов на нижнем конусе; эта крышка снабжена двумя рычагами, на которых подвешен груз в виде чугунной болванки, играющий роль противовеса. Крышка захватывается при закрывании железным крюком, снабженным рукояткою; к той же крышке сонутри прикрепляется на некотором расстоянии железная решетка. В чугунной закраине вокруг нижнего отверстия диффузора

делается полукруглая выемка, в которую закладывается резиновая трубка, назначение которой состоит в том, что при накачивании в нее воды она расширяется и прижимается к закраинам нижней крышки, чем достигается плотность затвора (затвор Dapzenberg'a). В нижнем конусе со внутренней стороны его закладывается на некотором расстоянии от поверхности железная решетка, опирающаяся на чугунные приливы, назначение которой в том, что она должна препятствовать попаданию стружки в отходящий сок. Внизу и сбоку нижнего конуса имеется круглое отверстие с примыкающим к нему чугунным патрубком. Диффузор имеет по бокам четыре чугунных лапы, приклепанных вверху цилиндрической части его, которыми он подвешивается на железные балки, опирающиеся на таковые же колонны.

§ 9. Форма диффузора, которая в настоящее время общепризнана, есть цилиндр, сопряженный с двумя усеченными конусами, причем вода, сок входит через патрубок вверху и сбоку диффузора, через отверстия в стенке кольцевого канала поступает внутрь диффузора и через отверстия верхнего сита проникает в свекловичную стружку, проходит через промежутки в ней и достигает нижнего конического и плоского сит, через отверстия которых и патрубок внизу и сбоку диффузора уходит из диффузора. Указанная форма диффузора, а равно означенное направление воды и сока в диффузоре в значительной мере обуславливаются конструктивными требованиями, а не стремлением создать рациональные условия для процесса диффузии. Если учесть, что при движении сока сверху вниз диффузора он будет стремиться по кратчайшему пути и по линии наименьшего сопротивления, то, очевидно, в этом отношении коническая форма диффузора является мало удовлетворительной, потому что в углах, образуемых сопряжением конусов с цилиндром свекловичная стружка будет находиться вне сферы движущегося сока, в результате чего в этих местах она может оказаться менее обессахаренной. В нижней части диффузоров сок стремится проникнуть через коническое сито, минуя плоское сито, в патрубок, находящийся внизу и сбоку диффузора, благодаря чему свекловичная стружка внизу и в середине диффузора может оказаться менее обессахаренной. При загрузке диффузора оседание свекловичной стружки будет происходить сильнее по оси диффузора и особенно внизу его, в результате чего в этом месте свекловичная стружка может быть менее обессахаренной. Кроме того, надо принять во внимание, что вода входит вверх диффузоров, проходит сквозь толщу находящейся в нем свекловичной стружки и уходит из диффузора снизу. Очевидно, в верхней части диффузора условия для обессахарения свекловичной стружки будут более благоприятны, чем в нижней части его. Разумеется, чем диффузор будет больше, тем влияние указанных факторов на успешность обессахаривания свекловичной стружки будет значительнее.

Напр., Preissler (9) замечал большое колебание потери сахара в жоме за сравнительно небольшой промежуток времени, несмотря на то, что условия работы на диффузии оставались без особых изменений. Объяснение этому может быть дано то, что пробы жома были взяты не при одинаковых условиях, как то в действительности и оказалось, а именно: пробы жома брались непосредственно из-под диффузоров и при том в начале или в середине или в конце выгрузки из диффузора жома. Пробы жома, взятые в указанные моменты, соответ-

етвующие порциям жома вверху, в середине и внизу диффузора, подвергались анализу, причем были получены такие результаты (см. табл. XII):

Таблица XII.

Сахара в жоме ‰.		
Вверху диффузора.	В середине диффузора.	Внизу диффузора.
0,29	0,23	0,41
0,29	0,51	0,71
0,51	0,65	0,93
0,71	0,85	0,99
0,79	1,28	1,70

Примечание. Диффузионная батарея состояла из 10 диффузоров по 80 центнеров нагрузки свеклы в каждом и при откатке диффузионного сока в количестве 124 литр на 100 килогр. свеклы потеря сахара в жоме колебалась в пределах 0,4—0,5‰ по в. свеклы.

В случае диффузоров большей емкости, чем указано выше, потеря сахара в жоме была такова: вверху 0,31‰, в середине 0,68‰ и внизу 1,1‰.

Pfeffer (10) определял содержание сахара в пробах жома, взятых в нижних углах диффузора, имеющего плоское дно и таковое же сито, центральный отвод сока и боковую выгрузку жома, причем оказалось, что содержание сахара в этих пробах жома превышало на 0,3‰, чем в пробах жома, взятых обычным способом. Тот же исследователь определял содержание сахара в пробах жома, взятых в нижних углах диффузора, имеющего коническое дно и таковое сито, боковой отвод сока и нижнюю выгрузку жома, причем оказалось, что содержание сахара в жоме превышало на 1‰, чем в пробах жома, взятых обычным способом. Наименьшая разница содержания сахара в жоме, в пробах его, взятых в нижних углах диффузора и обычным способом, оказалась в диффузорах, имеющих коническое днище, центральный отвод сока и нижнюю выгрузку жома. Эти факты указывают на то, что вышеописанная конструкция диффузоров является недостаточной рациональной в отношении осуществления благоприятных условий для обессахаривания свекловичной стружки. Вот почему, еще давно была предложена цилиндрическая форма диффузоров с плоскими ситами вверху и внизу, с центральным приходом и отводом сока; но такие диффузоры не получили распространения потому, что при сравнительно большой емкости диффузора, как то требуется при современной суточной производительности сахарного завода, получаются крышки слишком больших размеров, благодаря чему они становятся тяжелыми, и для закрытия и открывания их пришлось бы применять приспособления специального и сложного устройства.

В настоящее время на заграничных сахарных заводах применяются диффузоры цилиндрические с коническими насадками, возможно пологими и низкими, причем как вход, так и выход сока совершается центрально; что касается выгрузки жома, то она производится снизу диффузора. Впрочем, нередко на заграничных са-

харных заводах устанавливаются диффузоры и особенно большой емкости, цилиндрические с верхней конической насадкой и с плоским днищем, причем как вход, так и выход сока совершается центрально; что касается выгрузки жома, то она производится сбоку диффузора. Такие диффузоры, как более простого устройства, стоят дешевле, но выгрузка из них жома требует применения большого числа рабочих рук и большого расхода воды, благодаря чему эти диффузоры следует признать технически мало рациональными.

§ 10. При решении вопроса о рациональной форме диффузора приходится учитывать отношение диаметра диффузора к его высоте. В связи с этим авторитетные специалисты высказывают следующие мнения. Напр., Claassen (11) говорит: „Выщелачивание свекловичной стружки происходит, конечно, тем лучше, чем диффузор выше, а диаметр его меньше“, но при этом он делает оговорку, что „качество перерабатываемой свеклы, а, главным образом, толщина получаемой свекловичной стружки и изменения, претерпеваемые ею при нагреве, должны влиять на успешность наиболее выгодного отношения диаметра диффузора к его высоте“. Stiff и Gredinger (12) говорят: „Чем больше диаметр диффузора, тем скорее сок движется в нем и тем хуже выщелачивается свекловичная стружка. Чем больше высота диффузора, тем медленнее движется сок вниз и тем лучше выщелачивается свекловичная стружка“, причем они делают тут же вышеприведенную оговорку.

С своей стороны позволяем заметить, что полное выщелачивание свекловичной стружки зависит от продолжительности соприкосновения ее с окружающим ее соком, или, что то же — от времени процесса диффузии, каковое учитывается при установлении нормальной продолжительности полного оборота работы диффузионной батареи и на основании чего определяется емкость диффузоров, составляющих диффузионную батарею на заводе данной суточной производительности. Таким образом, скорость движения сока в диффузионной батарее подлежит регулированию, а не является произвольной. Кроме того, с увеличением высоты диффузора увеличивается высота столба свекловичной стружки, находящейся в нем, а вместе с этим возрастает сопротивление, оказываемое ею движению сока, и для преодоления которого сок должен поступать в диффузор под большим давлением, но при этом скорость движения сока в диффузоре будет убывать сверху вниз последнего и может быть в результате не столь велика. Несомненно, в очень высоких диффузорах при наличии в них тонкой свекловичной стружки, как то требуется для успешности выщелачивания ее, давление сока в диффузионной батарее может возрастать до чрезвычайных пределов, что повлечет за собою нарушение герметичности затворов диффузоров, и, во избежание чего, пришлось бы прибегнуть к усложнению конструкции таковых. Кроме того, при большом давлении сока в диффузоре таковой может двигаться в них с значительной скоростью, а вместе с этим свекловичная стружка будет прижиматься с большою силою к нижним ситам и, таким образом, забивать их. Вот почему, при решении данного вопроса приходится руководствоваться исключительно практическими данными. Отношение диаметра диффузора к его высоте колеблется в пределах от 1 : 1 до 1 : 2, т. е. в среднем это отношение 1 : 1,5; для больших диффузоров это отношение приближается к 1 : 1, а для малых — 1 : 2.

Что касается размеров железных конусов, сопрягающихся с цилиндром, то диаметры и высоты их выбираются из соображения: верхнее отверстие диффузора должно быть такого диаметра, чтобы свекловичная стружка свободно и равномерно нагружалась в диффузор, и верхняя крышка диффузора не должна быть слишком велика и тяжела; нижнее отверстие диффузора должно быть такого диаметра, чтобы высоложенная свекловичная стружка (жом) быстро и сплошь выгружалась из диффузора, а нижняя крышка не была слишком велика и тяжела; что касается высот того и другого конуса, то они должны быть таковы, чтобы углы сопряжения конусов с цилиндром не были бы сравнительно малы, т. е. конуса не были бы весьма круты, так как в углах диффузора свекловичная стружка находится в условиях менее благоприятных для обессахаривания по причинам, указанным выше, и, кроме того, на внутренней поверхности нижнего конуса не должен оставаться при выгрузке жом. Как на пример обычной формы диффузора, применяемой на практике, уместно указать, что на одном русском сахарном заводе, перерабатывающем в сутки до 4000 берк. свеклы, имеющем диффузионную батарею из 14 диффузоров, размеры диффузоров были таковы:

диаметр цилиндра . . . . .	1800	милл.
высота цилиндра . . . . .	1400	„
диаметр верхнего конуса . . . . .	850	„
высота верхнего конуса . . . . .	600	„
диаметр нижнего конуса . . . . .	1250	„
высота нижнего конуса . . . . .	600	„
общая высота диффузора . . . . .	2600	„
отношение диаметра к высоте . . . . .	$\frac{2600}{1800}$	= 1.45
емкость диффузора в ведрах . . . . .	463.	

**§ 11.** При конструировании диффузоров необходимо учитывать, чтобы сита в них обладали достаточной площадью свободного сечения, так как в противном случае циркуляция сока в диффузионной батарее может быть весьма замедленной, а это повлечет за собою уменьшение производительности диффузионной батареи. Необходимо иметь в виду, что свекловичная стружка ложится на отверстия сит и закрывает их, и даже закупоривает часть их, если она будет содержать мелкие кусочки, т. е. мязгу, или же будет размягчена нагревом при чрезмерно повышенной температуре. В виду этого свободная площадь сит должна быть возможно большей, и те из них считаются лучшими, которые имеют наибольшее число отверстий соответствующего диаметра (не менее 5 милл.) и обладают достаточной прочностью, чтобы не прогибаться и, во избежание чего, они соответственным образом укрепляются на стенках диффузоров и их крышках.

Во избежание замедления циркуляции сока в диффузионной батарее верхние сита в диффузорах не редко отсутствуют; эти сита имеют сравнительно небольшую общую площадь, а вместе с этим в них получается небольшая площадь свободного сечения, превосходящая обычно в пять раз площадь сечения трубы, по которой сок или вода поступают в диффузор, в результате чего, конечно, эти сита препятствуют циркуляции сока в диффузионной батарее, не говоря уже о том, что они нередко сверху покрываются мелкими кусочками стружки, попадающими из предыдущего диффузора вместе с соком.

§ 12. Размеры диффузора обуславливаются емкостью его, что в свою очередь зависит, при определенном числе диффузоров в батарее, от суточной производительности завода, от времени полного оборота работы диффузионной батареи и от средней нагрузки свекловичной стружки на единицу объема диффузора. Разумеется, при постройке сахарного завода и, особенно, большой суточной переработки необходимо стремиться, в целях уменьшения денежных затрат, устанавливать наименьшее число аппаратов, наибольшей производительности; напр., одну диффузионную батарею, состоящую из диффузоров большой емкости, а не две диффузионных батареи, состоящих из диффузоров малой емкости.

Таким образом, в этом случае возникает вопрос о допустимых максимальных размерах диффузора. Конечно, в диффузионной батарее, состоящей из диффузоров большой емкости, сок при своем движении будет встречать относительно большое сопротивление, для преодоления которого придется накачивать в диффузионную батарею воду под большим давлением, что, с одной стороны, может повлечь забивание отверстий в ситах свекловичной стружкой, и, с другой стороны, вызвать усложнение в конструкции затворов диффузора. Некоторыми высказывается опасение, что в диффузорах большой емкости верхние слои свекловичной стружки будут сильно давить на нижние слои таковой, что будет сопровождаться забиванием отверстий в нижних ситах; но это опасение надо признать преувеличенным: удельный вес свекловичной стружки и окружающего его сока, если и разнятся между собою, то весьма немного, причем в диффузоре свекловичная стружка и сок находятся почти в равных весовых и объемных количествах, а потому возможно допустить, с некоторым вероятием, что свекловичная стружка, как бы плавает в соке, в каковом положении она, конечно, не может сильно придавливаться к нижнему сити и забивать его.

Как известно, в диффузоре большой емкости нагрузка на единицу его емкости свекловичной стружкой оказывается несколько большая, что создает условия, при которых меньшее количество сока приходит в соприкосновение с большим количеством стружки, в результате чего получается диффузионный сок более концентрированный.

В данном вопросе для окончательного решения его приходится обратиться к практическим данным. Musil (13) сообщает, что на одном австрийском сахарном заводе, перерабатывающем в сутки 15.030 центнеров (около 7.500 берк.) свеклы, была установлена диффузионная батарея, состоящая из 14 диффузоров по 115 гектолитров (935 ведер) емкости каждый. Размеры диффузора были таковы:

диаметр цилиндра . . . . .	2500 мм.
высота цилиндра . . . . .	1700 "
высота конуса . . . . .	1000 "
диаметр конуса . . . . .	1200 "

Диффузор имел плоское днище и боковую выгрузку.

Нагрузка диффузора свеклой . . . . .	68,9 центнеров
нагрузка диффузора свеклой на 1 гектолитр его объема . . . . .	59,8 килогр.
число диффузоров в 1 сутки . . . . .	218
полный оборот батареи около . . . . .	1 ч. 50 м.

откачка диффуз. сока на 100 килогр. свеклы	95 килогр. (!)
сахара в свекле . . . . .	15,91%
сахара в жоме . . . . .	0,28%
сахара в диффузионной воде . . . . .	0,06%

Нагревалось 9 диффузоров до температуры 76°C. Давление воды, накачиваемой в диффузионную батарею, было около 2 атмосфер, редко превышая таковое до 2,3 атмосфер.

Таким образом, максимальная емкость диффузора может быть до 1000 ведер. По сообщению Толпыгина (14), самой большой емкости диффузор на русских сахарных заводах в 1913—14 г. был на Андрушевском заводе—729,6 ведра.

Насколько благоприятно отражается на успешности извлечения сахара из свеклы диффузионным способом размер диффузоров, составляющих диффузионную батарею, при надлежащем числе их в ней, уместно привести результаты работы диффузионной батареи Тростянецкого сахарного завода, состоящей из 14 диффузоров по 688 ведер каждый.

Переработка свеклы в сутки . . . . .	5000 берк.
Сахара в свекле . . . . .	17,25%
Нормальн. сок: Бр.=21,33, сах.=18,86%, доброк.=88,4	
Диффуз. сок: Бр.=18,71, сах.=16,83%, доброк.=90,06	
Количество диффузионного сока . . . . .	98,69% по в. свеклы
Сахара в жоме . . . . .	0,330% " "
Сахара в диффузионной воде . . . . .	0,288% " "
Нагрузка свеклы на 1 ведро . . . . .	16,85 фунт.

§ 13. Относительно числа диффузоров, составляющих диффузионную батарею, авторитетными специалистами высказывается мнение, что обессахаривание свекловичной стружки, с наименьшим разбавлением находящегося в ней нормального сока, возможно теоретически в диффузионной батарее, состоящей из бесконечного числа диффузоров малой емкости. Однако, диффузионная батарея, состоящая из относительно большого числа диффузоров малой емкости, является практически нерациональной по нижеследующим причинам: удорожается первоначальное устройство, удорожается ремонт, требуется большее число рабочих рук для частых загрузок и выгрузок диффузоров. Вот почему, при установлении числа диффузоров, составляющих диффузионную батарею, надлежит стремиться к меньшему числу таковых, но большей емкости, так как при правильном выборе полного оборота работы диффузионной батареи, или, что то же—при достаточном количестве времени на выполнение процесса диффузии, возможно достигнуть надлежащего обессахаривания свекловичной стружки с наименьшим расжижением ее соком водю. Практико установлено, что число диффузоров, составляющих диффузионную батарею, может быть минимум 3 и максимум 16 диффузоров, при чем следует ставить число диффузоров, образующих батарею, в зависимости от размеров суточной производительности завода, напр.:

При суточной переработке.	Число диффузоров в батарее.
от 2000 до 3000 берковцев	10—12
" 3000 " 4000 "	12—14
" 4000 " 6000 "	14—16

Нередко высказывается мнение, что „короткая“, т. е. состоящая из малого числа диффузоров, батарея, более рациональная, чем „длин-

ная\*, т. е. состоящая из большого числа диффузоров, с каковою целью предлагают, при наличии большого числа диффузоров в батарее, разделить ее на две с уменьшенным в два раза числом диффузоров в каждой. Такого рода предложения осуществлялись на практике и давали иногда благоприятные результаты. Предположим, что имеется диффузионная батарея, состоящая из 16 диффузоров, и допустим, что устройство этой батареи таково, что нормально в 1 час „делают“ 12 диффузоров, т. е. такое число диффузоров в 1 час будет загружено свежловичной стружкой, с такого числа диффузоров будет откачен диффузионный сок и из такого числа диффузоров будет выгружен сок и диффузионная вода; если в действии будет 14 диффузоров, то продолжительность процесса диффузии будет  $\frac{14 \times 60}{12} = 70$  ми-

нут. Разделив батарею на две, по 8 диффузоров в каждой и имея в действии по 6½ диффузоров, возможно „сделать“ в 1 час при той же продолжительности процесса диффузии на каждой укороченной батарее:  $\frac{6\frac{1}{2} \times 60}{70} = 5\frac{1}{2}$  диффузоров, а на обеих батареях 11 диффузоров.

Таким образом, разделение длинной батареи на две коротких влечет за собою не увеличение, а уменьшение производительности ее. В случае, если на каждой укороченной батарее будет сделано в 1 час по 8 диффузоров, то на обеих батареях будет сделано 16 диффузоров вместо 12 на одной батарее; но при этом продолжительность процесса диффузии в каждой укороченной батарее будет:  $\frac{60 \times 6,5}{8} = 50$

минут, вместо 70 минут. Таким образом, разделение длинной батареи на две коротких может сопровождаться увеличением производительности ее, но при этом уменьшается время процесса диффузии, что должно повлечь за собою большие потери сахара в жоме и диффузионной воде, или же увеличение расжижения сока водою. Но когда возможно получать тонкую и ровную свежловичную стружку, когда возможно производить нагрев свежловичной стружки и сока в диффузорах до высокой температуры, тогда сокращение продолжительности процесса диффузии будет отчасти компенсироваться, и в результате будут получаться допустимые потери сахара в жоме и в диффузионной воде при обычном расжижении сока водою, т. е. в итоге разделение длинной диффузионной батареи на две коротких может быть практически выгодным.

Niessen (15) указывает, что ему приходилось наблюдать работу диффузионной батареи, состоящей из 12 диффузоров, как таковой, так и разделенной на 2 батареи по 6 диффузоров в каждой, причем были получены такие результаты (см. табл. XIII):

Таблица XIII.

Число диффузоров в батарее.	Число диффузоров в батарее.	Переработка завода в сутки центн.	Норм. сок.			Диффузионный сок.			Жом. Сах. в %.	
			Вр.	Сах.	Добр.	Вр.	Сах.	Добр.		
12	149	10550	15,7	13,00	82,80	10,83	8,88	81,94	130,1	0,29
6	142	10420	15,7	12,94	82,42	11,19	9,27	82,89	120,9	0,40
12	151	10800	15,5	12,81	82,64	10,74	8,87	81,66	125,4	0,30

Примечание. Толщина свежловичной стружки была 3,5 мм. Температура нагрева сока в калоризаторах 60° R.

§ 14. Для успешности работы диффузионной батареи необходимо соблюдение целого ряда условий. Качества перерабатываемой свеклы и получаемой свекловичной стружки должны быть наилучшие. Качество свеклы находится, главным образом, в зависимости от условий культуры ее и только отчасти от условий хранения ее. Качество свекловичной стружки зависит от успешности работы резальных машин и от успешности действия моечных аппаратов. Устройство диффузионной батареи должно быть таково, чтобы в ней сок мог циркулировать с достаточной скоростью, причем сита в диффузорах не забивались бы свекловичною стружкой, чтобы свекловичная стружка обессахаривалась равномерно, чтобы нагрев свекловичной стружки и сока мог производиться до надлежащей температуры. Но, кроме указанных факторов, влияющих на успешность работы диффузионной батареи, существует еще один, имеющий чрезвычайно важное значение—продолжительность процесса диффузии в том смысле, как это было указано выше. Несомненно, этот фактор в свою очередь зависит от числа диффузоров, составляющих диффузионную батарею, и от емкости диффузора. На основании наблюдений на практике, возможно установить такую зависимость между указанными факторами (см. табл. XIV):

Таблица XIV.

Суточная переработка завода в берк. (12—пуд.)	Число диффузоров в батарее.	Нагрузка свеклы на 1 ведро в фунтах.	Время полного оборота батарей в минутах.
2000—2500	12	14—14,5	60—65
2500—3000	12	14,5—15	65—70
3000—3500	12	15—15,5	70—75
3500—4000	14	15,5—16	75—80
4000—4500	14	16—16,5	80—85
4500—5000	14	17—17,5	85—90
5000—6000	14	17,5—18	90—100

Обычно действующих диффузоров в батарее на два меньше, так как один из них загружается, а другой разгружается.

Казалось бы, для установления размеров диффузоров, составляющих диффузионную батарею, которая подлежит установке на сахарном заводе той или иной суточной переработки, возможно было руководствоваться данными из заводской практики; но, к сожалению, таковые данные отличаются большим разнообразием, что возможно объяснить влиянием приводящих факторов, имеющих место в заводской обстановке: напр., при капитальном ремонте завода увеличивается выпарная станция и проч., а диффузия остается прежних размеров, или же наоборот, в результате чего приходится форсировать или задерживать работу на диффузионной батарее. Толпыгин (16) приводит нижеследующие данные (см. табл. XV):

Таблица XV.

Наименование завода.	Число диффуз. батарей.	Число диффузоров в батарее.	Емкость диффуз. в ведр.	Суточная переработ- ка завода в берк. (10-п.)	Суточная переработ- ка на 100 вед. емк. диффуз.
Стеблевский . . . . .	1	12	201	1950	80,85
Люблиновский . . . . .	1	12	202	3829	157,96
Лопаревский . . . . .	1	12	205	2116	86,02
Гарбузовский . . . . .	1	12	300	1448	40,22
Шестаевский . . . . .	1	12	300	3553	98,69
Киевский . . . . .	1	12	305	2643	72,21
Браздовский . . . . .	1	14	393	4240	77,06
Горбанский . . . . .	1	14	400	4243	75,77
Згуровский . . . . .	1	14	400	2860	51,07
Матусовский . . . . .	1	14	450	3586	56,92
Лебяжьевский . . . . .	1	14	458	4538	70,77
Еленовский . . . . .	1	14	463	4201	64,81
Княвицкий . . . . .	1	14	470	4731	71,90
Мироновский . . . . .	1	14	510	3910	54,76
Бродский . . . . .	1	14	520	3946	57,94
Янковский . . . . .	1	14	525	5065	68,92
Тростянецкий . . . . .	1	14	688	5577	57,90

Соколов (17) произвел расчет, пользуясь такими же данными и относящимися ко всем русским сахарным заводам, с целью выяснения продолжительности процесса диффузии, и получил такие результаты (см. табл. XVI):

Таблица XVI.

Продолжитель- ность диффузии в минутах.	Число заводов.	В % к общему числу заводов.
40—50	15	3,3
50—55	25	8,0
55—60	46	16,0
60—70	60	21,0
70—80	76	26,5
80—90	52	18,0

На основании всего вышеизложенного приходим к заключению, что продолжительность процесса диффузии, т. е. время полного оборота работы диффузионной батареи, должны быть приняты при расчете размеров диффузоров, составляющих диффузионную батарею, несколько преувеличенные, чем преуменьшенные, так как диффузионная батарея, состоящая из определенного числа диффузоров большой емкости, позволяет не только гарантировать назначенную суточную переработку завода, но и форсировать таковую, производить извлечение сахара из свеклы с наименьшими потерями сахара в жоме и в диффузионной воде, а также получать диффузионный сок мало разбавленный водою по сравнению с нормальным соком, что обусловит экономную расхода топлива на выпаривание сока.

§ 15. Пользуясь вышеприведенными практическими данными, нетрудно вычислить емкость, а, значит, и размеры диффузоров, составляющих диффузионную батарею, которую надлежит установить на сахарном заводе той или иной суточной производительности. Напр., каковы будут размеры диффузоров диффузионной батареи на заводе,

перерабатывающем в сутки 4000 берк. (12—пуд.) свеклы, или 786,88 тонн. В данном случае диффузионная батарея должна быть 1 и состоящая из 14 диффузоров, причем нагрузка диффузоров свекловичной стружкой может быть 16 фун. на 1 ведро емкости диффузора, или 53,3 килогр. на 1 гектолитр его, и, если предположить продолжительность процесса диффузии в такой диффузионной батарее 80 минут, то в 1 сутки будет загружено  $\frac{24 \times 60 \times 14}{80} = 252$  диффузора, а по-

тому емкость одного диффузора будет:  $\frac{4000 \times 12 \times 40}{252 \times 16} = 176$  ведер

или  $\frac{786,88 \times 100}{252 \times 53,3} = 58,6$  гектолитр. Зная объем диффузора и выбрав форму его, нетрудно вычислить размеры диффузора, каковые в частном случае будут мало разниться от вышеуказанных размеров диффузора емкостью в 463 ведра.

Уместно заметить, что некоторыми авторитетными специалистами, напр., Schiffner (18), при расчете размеров диффузоров допускается нагрузка диффузора на 1 гектолитр емкости его 50 килогр., а продолжительность процесса диффузии 80 минут, в результате чего получается, что на суточную переработку 1000 центнеров свеклы необходимо иметь емкость диффузора 82 гектолитров. В условиях работы на русских сахарных заводах на суточную переработку 1000 берк. (12—пуд.) свеклы приходится емкость диффузора от 100 до 120 ведер.

Во всяком случае, установка диффузионной батареи, состоящей из диффузоров недостаточной емкости, вызывает необходимость допущения больших потерь сахара в жоме и в диффузионной воде, что, конечно, удорожает себестоимость выработки продукта, или же сопровождается получением сильно разбавленного диффузионного сока, благодаря чему понижается производительность диффузионной батареи, а вместе с этим уменьшается суточная переработка завода, и требуется большой расход топлива на выпаривание сока. Таким образом, при расчете размеров диффузионной батареи ни в коем случае не следует руководствоваться преуменьшенной нормой продолжительности процесса диффузии и преувеличенной нормой нагрузки на единицу объема диффузора свекловичной стружкой.

§ 13. Если обозначим:

Z — суточная переработка завода в центнерах или берковцах,  
Z' — суточная продолжительность работы диффузионной батареи в минутах

A — число диффузоров в диффузионной батарее,

I — емкость диффузоров в гектолитрах или ведрах,

G — нагрузка диффузора свекловичной стружкой в центнерах на гектолитр, или в фунтах на ведро.

z — время полного оборота работы диффузионной батареи в минутах.

Между означенными величинами существует зависимость, которая выражается равенством:

$$Z = \frac{Z' \times A \times I \times G}{z}$$

если в метрической мере, и

$$Z = \frac{Z' \times A \times I \times G}{z \times 180}$$

если в русской мере.

Напр., какова будет суточная производительность завода, имеющего диффузионную батарею, состоящую из 14 диффузоров по 500 ведер каждый, при нагрузке диффузора стружкой 16 фун. на 1 ведро и при полном обороте работы диффузионной батареи 80 минут. Вставляя в вышеуказанное равенство:  $Z = 24 \times 60$ ,  $A = 14$ ,  $I = 500$ ,  $G = 16$ ,  $z = 80$ , получим:

$$L = \frac{24 \times 60 \times 14 \times 50 \times 16}{80 \times 480} = 4200 \text{ берк.}$$

Напр., какова должна быть емкость диффузора диффузионной батареи, состоящей из 14 диффузоров, на заводе суточной переработки 4200 берк., если нагрузка диффузора стружкой будет 16 фун. на 1 ведро и продолжительность работы полного оборота диффузионной батареи 80 минут. Определяя из вышеуказанного равенства:

$$I = \frac{L \times z \times 480}{Z \times A \times G}$$

и вставляя значения:  $L = 4200$ ,  $z = 80$ ,  $Z = 24 \times 60$ ,  $A = 14$ ,  $G = 16$ , получим:

$$I = \frac{4200 \times 80 \times 480}{24 \times 60 \times 14 \times 16} = 500 \text{ ведер.}$$

Напр., какова должна быть продолжительность полного оборота работы диффузионной батареи, состоящей из 14 диффузоров по 500 ведер каждый, при нагрузке стружки 16 фун. на 1 ведро, если суточная переработка завода 4200 берк. Определяя из вышеуказанного равенства:

$$z = \frac{Z \times A \times I \times G}{L \times 480}$$

и вставляя значения:  $Z = 24 \times 60$ ,  $A = 14$ ,  $I = 500$ ,  $G = 16$ ,  $L = 4200$  получим:

$$z = \frac{24 \times 60 \times 14 \times 500 \times 16}{4200 \times 480} = 80 \text{ минут.}$$

**§ 17.** Выше было указано, что процесс диффузии, вообще, и сахара, в частности, ускоряется при повышении температуры, а потому для достижения наиболее полного обессахаривания свекловичной стружки целесообразно нагревать сок, переходящий из диффузора в диффузор, и для чего пользуются, так наз., *калоризаторами*, которые устанавливаются между диффузорами, будучи соединены с последними соответствующим образом трубами. Калоризатор представляет собою клепанный из листового железа цилиндр высотой, равной высоте диффузора и диаметром около 0.5 метр.; цилиндр сверху и снизу перекрыт наглухо железными перекрытиями с круглыми отверстиями, через которые пропущены стальные или латунные трубки диаметром 34/38—38/42 мм., причем концы этих трубок развальцованы в круглых отверстиях означенных перекрытий. Сверху и снизу к цилиндру примыкают на заклепках цилиндрические невысокие чугунные насадки, сверху закрытые наглухо чугунными крышечками на болтах. Сок по трубе, соединяющей низ диффузора с низом калоризатора, поступает в низ последнего, распределяется внутри трубок и давлением поднимается по ним вверх ка-

лоризатора, откуда по трубе, соединяющей верх калоризатора с верхом диффузора, поступает вверх последнего. Вверху цилиндра сбоку имеется труба для подвода пара в калоризатор, т. е. в пространство между трубками, а внизу цилиндра сбоку имеется труба для отвода конденсационной воды из калоризатора, т. е. из парового пространства его. В верхней крышке калоризатора устанавливается термометр для измерения температуры нагреваемого сока и воздушный кран для выпуска из калоризатора воздуха при наполнении его соком; кроме того, для удаления из парового пространства калоризатора газов имеется сверху и сбоку цилиндра труба с вентилем. Калоризатор посредством приклепанных к нему чугунных лап подвешивается на железных балках. Для уменьшения потери тепла наружной поверхностью калоризатора таковая сверху покрывается изоляцией того или иного состава.

Калоризаторы обычно обогреваются соковым паром из третьего корпуса пятикорпусной выпарки, т. е. имеющим температуру  $95^{\circ}\text{C}$ , так как нагрев сока в калоризаторах производится до температуры не выше  $85^{\circ}\text{C}$  и обычно до  $75^{\circ}\text{C}$ .

Как на существенный недостаток калоризаторов, следует указать, что они увеличивают пространство, занимаемое соком, в котором не может происходить процесс обессахаривания свекловичной стружки за отсутствием таковой, а это влечет за собой расхищение получаемого диффузионного сока.

§ 18. Расчет размеров поверхности нагрева калоризаторов для диффузионной батареи данной суточной производительности до сих пор теоретически мало разработан. В доказательство правильности высказанного мнения возможно указать на расчет размеров поверхности нагрева калоризатора, напечатанный в книге Stohmann'a и Schander'a „Handbuch der Zuckerfabrikation“ (5-е изд. 1918 г., стр. 198). Вне сомнения, будет более правильно при решении данного вопроса пользоваться практическими данными, полученными в условиях, аналогичных тем, в которых будет работать устанавливаемая диффузионная батарея. Напр., возможно руководствоваться данными Толныгина (19), что на русских сахарных заводах калоризаторы имеют нижеследующие размеры своих поверхностей нагрева (см. табл. XVII)

Таблица XVII.

Емкость диффузора в ведрах.	поверхность нагрева калоризатора в кв. метрах.
200	5—6
250	6—7
300	7—8
350	8—10
400	10—12
450	12—14
500	14—16

На большинстве заводов калоризаторы обогреваются соковым паром, имеющим температуру около  $100^{\circ}\text{C}$ .

Из попыток обосновать расчет размеров поверхности нагрева калоризаторов на фактических данных, учитывая тепловые процессы, происходящие в диффузионной батарее, заслуживает внимания ра-

счет, произведенный Кёрке (20). К сожалению, пример, приводимый в этом расчете, содержит несколько неудачных предположений, благодаря чему получаются результаты, которые не могут быть в целом использованы для практических целей. Но после введения в этот пример ряда поправок, можно получить данные, представляющие собою практический интерес.

Предположим, батарея имеет 12 диффузоров по 60 гектолитр. емкости каждый, при нагрузке 55 килогр. свекловичной стружки на 1 гектолитр. Суточная переработка завода 500.000 килогр. свеклы. Количество получаемого диффузионного сока 110% по в. перерабатываемой свеклы. Температура свекловичной стружки 5°C, температура диффузионного сока 55°C, температура воды 15°C, температура жома и диффузионной воды 30°C, температура сокового пара, обогревающего calorизаторы, —104°C.

Вес стружки в одном диффузоре . . . . .  $Q = 55 \times 60 = 3300$  килогр.  
 Вес стружки и сока в одном диффуз.  $G = 2Q = 2 \times 3300 = 6600$  килогр.  
 Количество сока, поступающего в диффузор,  $S_m = Q = 3300$  килогр.

Откачка диф. сока из диффузора . . . . .  $S_d = \frac{3300 \times 110}{100} = 3630$  килогр.

Количество диффузоров в сутки . . . . .  $n = \frac{P}{Q} = \frac{500.000}{3300} \approx 152$

Продолжительность действия одного диффузора. —  $Z = \frac{22 \times 60}{152} = 8,7$  минут

Время наполнения диффузора 3,5 минуты <sup>1)</sup>

Время откачки диффузора 5,2 минут

Диффузор I (набор).

Температура сока, входящего в calorизатор I . . . . .  $ta_1 = 65^\circ\text{C}$ .  
 Температура сока, выходящего из calorизатора II . . . . .  $te_1 = 70^\circ\text{C}$ .

Расход тепла в calorизаторе I на нагрев сока во время набора:

$$S_m \times (te_1 - ta_1) = 5 \times 3300 = 16500 \text{ калор., или в 1 минуту } K_1 = \frac{16500}{3,5} = 4714 \text{ калор.}$$

Средняя температура смеси сока и стружки в диффузоре после набора:

$$t'm_1 = \frac{Q \times tr + S_m \times te_1}{Q + S_m}, \text{ но } Q = S_m, \text{ а потому } t'm_1 = \frac{tr + te_1}{2} = \frac{5 + 70}{2} = 37,5^\circ\text{C}.$$

Диффузор I (откачка)

Температура сока, поступающего в диффузор I . . . . .  $ta_1 = 65^\circ\text{C}$ .

<sup>1)</sup> Предположено, что рабочих часов в сутки 22.

Средняя температура смеси сока и стружки в диффузоре после откачки:

$$t''m_I = \frac{Sd \times ta_I + G \times t'm_I}{Sd + G}, \text{ а потому} = \\ = \frac{3630 \times 65 + 6600 \times 37,5}{3630 + 6600} = 47,26^\circ\text{C}.$$

Температура сока, входящего в калоризатор I . . . . .  $t''m_I = 47,26^\circ\text{C}$ .

Температура сока, выходящего из калоризатора I . . . . .  $te_I = 55^\circ\text{C}$ .

Расход тепла в калоризаторе I на нагрев сока во время от-  
качки:

$$Sd \times (te_I - t''m_I) = 3630 (55 - 47,26) = 28096 \text{ калор.}, \text{ или в 1 ми-} \\ \text{нуту } K''_I = \frac{28096}{5,18} = 5424 \text{ калор.}$$

#### Диффузор II.

Температура сока, входящего в диффузор II . . . . .  $ta_{II} = 72^\circ\text{C}$ .

Начальная температура смеси сока и стружки в диффузоре II

$$t'm_{II} = t''m_I = 47,26^\circ\text{C}.$$

Конечная температура смеси сока и стружки в диффузоре II

$$t''m_{II} = \frac{(S_m + S_d) \times ta_{II} + G \times t'm_{II}}{S_m + S_d + G} = \frac{(3300 + 3630) \times ta_{II} + 6600 \times t'm_{II}}{3300 + 3630 + 6600} = \\ = \frac{1,05 \times 72 + 47,26}{2,05} = 59,93^\circ\text{C}.$$

Температура сока, входящего в калоризатор II . . . . .  $t''m_{II} = 59,93$ .

Температура сока, выходящего из калоризатора II . . . . .  $te_{II} = 65^\circ\text{C}$ .

Расход тепла в калоризаторе II на нагрев сока во время набора:

$$S_m \times (te_{II} - t''m_{II}) = 3300 \times (65 - 59,93) = 16731 \text{ калор. или в 1 ми-} \\ \text{нуту } K''_{II} = \frac{16731}{3,5} = 4780 \text{ калор.}$$

Расход тепла в калоризаторе II на нагрев сока во время откачки:

$$Sd \times (te_{II} - t''m_{II}) = 3630 \times (65 - 59,93) = 18404 \text{ калор. или в 1 ми-} \\ \text{нуту } K''_{II} = \frac{18404}{5,18} = 3553 \text{ калор.}$$

Расчет остальных калоризаторов произведен таким же образом и результаты приведены ниже (см. табл. XVIII):

Таблица XVIII.

Диффузор	ts	t'm	t''m	ta	te	At	Расход тепла отд. фаз. калор.	То же в 1 минуту калор.		Величины К $Td - \left(\frac{te + ta}{2}\right)$
								Набор	Откачка	
I набор	—	5	37,5	65	70	5	$5 \times 3300 = 16500$	4114	—	129,4
I откачка	65	37,5	47,26	47,26	55	7,74	$7,74 \times 3630 = 28096$	—	5424	102,5
II	72	47,26	59,93		65	5,07	$5,07 \times 3300 = 16731$ $5,07 \times 3630 = 18404$	4780	3553	115,0 —
III	78	59,93	69,18		72	2,82	$2,82 \times 3300 = 9396$ $2,82 \times 3630 = 1023$	2659	1976	79,5 —
IV	80	69,18	74,72		78	3,28	$3,28 \times 3300 = 10824$ $3,28 \times 3630 = 11906$	3092	2298	111,8 —
V	78	74,72	76,40		80	3,60	$3,60 \times 3300 = 11880$ $3,60 \times 3630 = 13068$	3394	2523	131,6 —
VI	72	76,40	74,14		78	3,86	$3,86 \times 3300 = 12738$ $3,86 \times 3630 = 14012$	3639	2705	130,2 —
VII	62	74,14	67,92		72	4,08	$4,08 \times 3300 = 13464$ $4,08 \times 3630 = 14810$	3847	2859	113,0 —
VIII	50	67,92	58,74		62	3,26	$3,26 \times 3300 = 10758$ $3,26 \times 3630 = 11834$	3073	2284	70,4 —
IX	33,39	58,74	45,75		50	4,25	$4,25 \times 3300 = 14025$ $4,25 \times 3630 = 15427$	4007	2978	71,4 —
X	15	45,75	30,00		33,39	3,34	$3,39 \times 3300 = 11187$ $3,39 \times 3630 = 12306$	3196	2375	44,2 —

Из этой таблицы видно, что величина  $Td - \left(\frac{te + ta}{2}\right)$  имеет наи-

большее значение для калоризатора V, а потому максимальная поверхность нагрева будет его, каковая и должна быть принята для всех остальных калоризаторов. Если допустить, что коэффициент передачи тепла поверхности нагрева калоризатора будет равен 10 калор., то поверхность нагрева указанного калоризатора может быть вычислена по формуле:

$$F_v = \frac{K_v}{\left(Td - \frac{te_v + ta_v}{2}\right) \times 10} = \frac{3394}{\left(105 - \frac{76,4 + 80}{2}\right) \times 10} = 14,3 \text{ кв. метр.}$$

Значение коэффициента передачи тепла поверхности нагрева калоризаторов в значительной мере зависит не только от скорости движения сока по трубкам, но и от того, насколько стенки этих трубок покрыты осадком (накипью), а потому становится понятным, что значение этого коэффициента передачи колеблется.

Что касается материала трубок калоризаторов, то следует отдать предпочтение латунным трубкам перед стальными, как более легко очищаемым от осадка механическим способом и как менее подверженным воздействию аммиака сокового пара.

§ 19. Трубы и вентили, посредством которых вода может быть впущена в диффузор, сок перекачен из диффузора в диффузор и

откачен из диффузора, а также нагрет по пути в калоризаторах, должны быть возможно короткие, а число вентиляей возможно меньшее. Сок по трубам должен двигаться с надлежащей скоростью во избежание замедления работы диффузионной батареи, а потому трубы необходимо иметь диаметра, соответствующего производительности диффузионной батареи. Расчет размера диаметра коммуникации диффузионной батареи производится при условии, что скорость движения сока по трубам не менее 0,75 метр. в 1 секунду. Напр., в частном случае, на заводе, перерабатывающем в сутки 4000 берк. (12—пуд.) свеклы, имеющем диффузионную батарею, состоящую из 14 диффузоров, причем емкость каждого 58,6 гектолитров и нагрузка свекловичной стружки 53,3 килогр. на 1 гектолитр, при условии полного оборота работы диффузионной батареи 80 минут, время набора и откачки сока для одного диффузора будет около 6 минут, количество откачиваемого диффузионного сока 110% по в. свеклы при уд. весе его 1,075 (Бр. около 18) или с одного диффузора:

$$\frac{58,6 \times 53,3 \times 110}{100 \times 1,075} = 3300 \text{ литр., что составит в 1 минуту 1100 литр.}$$

или в 1 секунду 18,3 литр. На основании вышеприведенных данных вычислим диаметр соковой трубы из равенства  $\frac{\pi D^2}{4} \times 0,75 = 0,183$ , и от-

сюда  $D = 135$  милл., или, с некоторым запасом,  $D = 150$  милл., т. е. 8 дюймов. Как соковая, так и водяная трубы, а равно трубы, соединяющие диффузор с диффузором через калоризаторы, делаются одного диаметра. Вентили должны быть такого устройства, чтобы исключалась всякая либо возможность при закрытии их прохождения сока или воды, так как это нарушает правильность работы диффузионной батареи. Если будет пропускать один из водяных вентиляей, то вместе с соком одновременно будет поступать и вода, вследствие чего сок будет расжижаться. Если будет пропускать один из соковых вентиляей, то жидкий сок будет поступать в откачиваемый диффузионный сок, расжижая последний. Обычно клапаны вентиляей снабжаются резиновыми или фибровыми прокладками, благодаря чему они могут плотно закрываться, и, если иногда наблюдаются вышеозначенные отрицательные явления, то они объясняются в большинстве случаев невнимательностью рабочего, которому поручается закрывание и открывание вентиляей на диффузионной батарее.

§ 20 Наиболее распространена на русских сахарных заводах коммуникация при диффузионной батарее, так наз. „двухходовая и трехвентильная“, т. е. имеющая одну водяную трубу, одну соковую трубу, один вентиль водяной, один соединительный (переводной) и один соковой. Такая упрощенная коммуникация стоит дешевле и требует меньше затрат при ремонте, но обладает тем существенным недостатком, что в случае поломки диффузора или калоризатора, приходится останавливать работу на диффузионной батарее на все время исправления, или же затрачивать время на устройство трубы, позволяющей миновать неисправный диффузор.

В этом случае целесообразно иметь коммуникацию при диффузионной батарее „трехходовую и пятивентильную“, схематическое изображение которой указано на чертеже. Если обозначим  $W$  водяную трубу и водяные вентили  $W_1 \dots W_{12}$ , соковую трубу  $S$  и соковые вентили  $S_1 \dots S_{12}$ , обходную трубу  $R$  и обходные вентили  $R_1 \dots R_{12}$ , соединительные вентили у калоризаторов  $V'_1 \dots V'_{12}$  и таковые же вентили у диффузоров  $V''_1 \dots V''_{12}$ ,

и при установившейся работе диффузионной батареи, и в предположении, что вода идет на диффузор  $D_1$ , а сок набирается в диффузор  $D_{10}$  и откачивается из него же, вентили должны быть открыты так: у диффузора  $D_1$  открыты  $W_1$  и  $V_1''$ , у диффузора  $D_2$  открыты  $V_2'$  и  $V_2''$ , у диффузора  $D_3$  открыты  $V_3'$  и  $V_3''$  и т. д. до диффузора  $D_9$  включительно. Если диффузор  $D_{10}$  набирается соком из диффузора  $D_6$ , то открыты  $V_{10}'$ ,  $S_{10}$ ,  $S_{11}$ ,  $V_{11}''$ , причем вентиль на соковой трубе  $S$  у мерника должен быть закрыт; если из диффузора  $D_{10}$  сок откачивается на мерник, то закрывают  $S_{10}$ , открывают  $V_{10}''$  и оставляют открытыми  $V_{11}'$  и  $S_{11}$ , при чем вентиль на соковой трубе  $S$  у мерника должен быть открыт.

Предположим, вследствие порчи диффузора  $D_8$  необходимо исключить его, тогда закрывают  $V_8''$  и открывают  $R_8$  и  $R_9$  и закрывают  $V_9'$ , оставляют открытым  $V_9''$ . Если диффузор  $D_9$  набирается соком из диффузора  $D_7$ , то закрывают  $R_9$ , открывают  $R_{10}$ ,  $V_{10}'$ , причем вентиль у мерника закрыт; если из диффузора  $D_9$  сок откачивается на мерник, то закрывают  $R_{10}$ , открывают  $R_9$ ,  $V_9'$ ,  $V_{10}'$ ,  $S_{10}$ , вентиль у мерника открыт.

Такая сложная коммуникация стоит дороже, требует больших затрат при ремонте, но обеспечивает безостановочность действия диффузионной батареи, а потому на сахарных заводах, обладающих большой суточной переработкой и имеющих одну диффузионную батарею, следует признать трехходовую пятивентильную коммуникацию целесообразной.

§ 21. Для более успешного обессахаривания свекловичной стружки в диффузионной батарее необходимо, чтобы нагруженная в диффузор свекловичная стружка была, по возможности, скоро нагрета в нем до температуры, при которой плазматическая оболочка внутри свекловичных клеток претерпела бы изменения, благодаря чему содержимое последних приобретает доступ к стенкам клеток, т. е. создаются благоприятные условия для диффузии сахара через таковые. С этой целью сок из предыдущего диффузора прежде, чем быть перекачан в последующий диффузор с свежее нагруженной свекловичной стружкой, нагревается в особом для того решофере до сравнительно высокой температуры и только после этого он выводится в означенный диффузор. В этом случае диффузионная батарея должна быть снабжена трехходовой пятивентильной коммуникацией, которая схематически изображена на чертеже. Обозначим водяную трубу  $W$ , водяные вентили  $W_1 \dots W_{12}$ , соковую трубу, отводящую сок на решофер  $S'$ , вентили на ней  $S'_1 \dots S'_{12}$ , соковую трубу, приводящую сок с решофера  $S''$ , вентили на ней  $S''_1 \dots S''_{12}$ , вентили, служащие для перепуска сока из диффузора через calorизаторы,  $V_1' \dots V_{12}'$  и  $V_1'' \dots V_{12}''$ ; труба, приводящая в диффузор сок с решофера, соединена особой трубой с мерником. При установившейся работе диффузионной батареи при диффузоре  $D_1$  открыты вентили  $W_1$  и  $V_1''$ , при диффузоре  $D_2$  открыты вентили  $V_2'$  и  $V_2''$ , при диффузоре  $D_3$  открыты вентили  $V_3'$  и  $V_3''$  и т. д. Предположим, что диффузор  $D_{10}$  должен быть набран соком из диффузора  $D_6$ , при чем сок необходимо предварительно пропустить для нагрева через решофер; в этом случае открыты вентили  $V_{10}'$ ,  $S'_{10}$ ,  $S''_{11}$  и закрыт вентиль на трубе к мернику. Допустим, что из диффузора  $D_{10}$  сок должен быть откачен на мерник; в этом случае закрыт вентиль  $S'_{10}$ , открыты вентили  $V_{10}'$ ,  $V_{10}''$ ,  $S''_{11}$ , и открыт вентиль на трубе мерника. Эта коммуникация позволяет также исключить любой из диффузоров (с calorизатором), но при этом исключается возможность поль-

зования решофером для предварительного нагрева сока. Предположим, что требуется выключить диффузор  $D_8$ , в этом случае открыты вентили  $V_8, S_8, S'_8$ , и  $V''_8$  и закрыты вентили на трубах  $S'$  и  $S''$  у решофера.

§ 22. Жом и диффузионная вода поступают из разгружаемых диффузоров в кирпичную цементированную канаву или же в железный желоб, имеющие цилиндрическое дно, которые располагаются под диффузорами. При устройстве такой канавы или желоба весьма существенно выбрать надлежащий уклон, при котором жом и диффузионная вода одновременно двигались бы по канаве или желобу; напр., если уклон их будет слишком велик—стечет вода и останется жом, и если этот уклон будет мал, то жом также останется, а вода стечет. Этот уклон канавы или желоба под диффузорами устанавливается обычно на основании практических данных, и, разумеется, он не может быть во всех случаях одинаков, так как, несомненно, величина означенного уклона зависит от длины канавы или желоба; чем они длиннее, тем уклон больше, и наоборот; не следует также упускать из вида, что свойства высоложенной свекловичной стружки (жом) также могут иметь значение, напр., тонкая, разваренная стружка потребует для транспортировки сравнительно большого уклона канавы или желоба; состояние поверхности канавы или желоба, т. е. насколько гладка, также может иметь значение в данном случае. Практически целесообразным оказался уклон канавы или желоба под диффузорами равный от 60 до 80 милл. на 1 метр, при чем на закруглениях уклон этот должен быть несколько увеличен. Ширина канавы или желоба должна быть не менее диаметра цилиндрической части диффузора, а глубина в начале не менее 1 метр. Стены цементированной канавы следует затереть железными терками, а стены железного желоба с внутренней стороны не требуется покрывать краской.

§ 23. Диффузоры, составляющие диффузионную батарею, устанавливаются обычно в два ряда, причем расстояние между последними должно быть достаточным для установки транспортера пассивого или грабельного для подачи свекловичной стружки. Для удобства обслуживания диффузионной батареи, диффузоры надлежит устанавливать так, чтобы открывание и закрывание нижних крышек диффузоров могло производиться рабочими, находящимися не между диффузорами, где жарко и темно, а вне их. Помещение, в котором находится диффузионная батарея, должно содержаться в надлежащей чистоте, во избежание заражения содержимого диффузоров микроорганизмами, могущими вызвать ненормальность в работе.

§ 24. Для выполнения процесса обессахаривания свекловичной стружки в диффузионной батарее, необходимо иметь достаточное количество возможно чистой и сравнительно теплой воды. Расход воды для означенной цели на сахарном заводе той или иной суточной переработки может быть вычислен. Как известно, в свекле содержится около 75% воды, а в диффузионном соке около 90% воды по в. свеклы, а потому на разбавление диффузионного сока расходуется до  $90 - 75 = 15\%$  воды по в. свеклы; в свекле содержится сока около 93% по

в. ее, которые занимают объем в 100 килогр. свеклы  $\frac{93}{1,185} = 85$  литр.,

а потому, на замещение сока в свекле водою, последней расходуется 85% по в. свеклы. Как известно, 100 килогр. свеклы занимает в диффузоре около 185 литр., но так как из 100 килогр. свеклы получается до 90 килогр. жома, имеющего уд. вес. около 1, а потому в последнем диффузоре в момент его обессахаривания диффузионная вода будет

занимать объем диффузора за вычетом объема, занимаемого в нем жомом, т. е.  $185 - 90 = 95$  литр. Кроме того, в калоризаторах и в трубах заключается обычно около 10 килогр. воды на 100 килогр. свеклы, и еще около 20 килогр. воды на 100 килогр. свеклы приходится затрачивать на ополаскивание диффузора после выгрузки из него жома. Суммируя результаты вышеизложенных вычислений, находим, что расход воды для диффузионной батареи будет в процентах по в. перерабатываемой свеклы:

на разбавление сока . . . . .	15%
на замещение сока . . . . .	85%
при опоражнивании диффузора	$95 + 10 + 20 = 125\%$
Итого . . . . .	<u>225%</u>

и с некоторым запасом этот расход воды будет около 250% по весу свеклы.

В частном случае, для завода, перерабатывающего в сутки 4000 берков. свеклы, или 550 килогр. свеклы в 1 мин., расход воды для диффузионной батареи будет:  $\frac{550 \times 250}{100} = 1375$  литр. в 1 минуту, что составляет в 1 су-ки  $\frac{1375 \times 60 \times 24}{12,8 \times 60} = 170.000$  ведер.

Обычно для диффузионной батареи используется та вода, которая применяется для конденсации паров, выделяющихся при выпаривании сока в выпарных аппаратах, при варке сиропа и патоки в вакуум-аппаратах, и которая не совсем правильно именуется конденсационной. Эта вода, стекающая из конденсатора в особый сборник, имеет температуру около 40°C, т. е. нагрета настолько, насколько это необходимо, чтобы успешно протекал процесс диффузии в том диффузоре, где свекловичная стружка уже почти обессахарена; вода более горячая, хотя и способствует полному обессахариванию свекловичной стружки, но вместе с этим она извлекает из последней на ряду с сахаром сравнительно большое количество несахаров свеклы, в результате чего диффузионный сок может получаться меньшей доброкачественности; кроме того, очень горячая вода изменяет структуру обессахаренной свекловичной стружки, в том отношении, что она становится менее упругой, а потому сильно слеживается и тем затрудняет циркуляцию воды в диффузионной батарее. Если вода, применяемая на конденсатор, будет из ируда или реки, то необходимо учитывать, чтобы она не содержала относительно много растворенных органических и минеральных веществ, которые могут отчасти перейти в диффузионный сок, понижая доброкачественность его, а также, чтобы вода не была заражена микроорганизмами, которые, попадая в диффузионную батарею, могут проявить свою жизнедеятельность, обуславливая ненормальности в работе и производя разложение сахара с образованием целого ряда несахаров. Что касается воды из артезианских колодцев, то она нередко содержит сравнительно много известки, которая, не влияя на качество диффузионного сока, изменяет структуру жома в том отношении, что он становится жестким, благодаря чему могут встречаться затруднения в отжимании его как в жомовом лшнеке, так и особенно в жомовых прессах, вызывая иногда поломку тех и других. Pfeiffer (21) указывает, что ему приходилось применять для диффузионной батареи колодезную воду, которая со-

держала в три раза больше гипса, чем речная вода, причем никаких ненормальностей в работе завода не наблюдалось. В виду того, что в воле уффеля оказалось такое же содержание гипса, какое обычно в нем бывает при применении для диффузионной батареи речной воды, возможно прийти к заключению, что гипс, много вероятного, почти целиком абсорбируется свекловичной стружкой в диффузорах. Тот же исследователь применял для диффузионной батареи воду из небольшой речки, куда стекались сточные воды трех сахарных заводов и двух винокуренных заводов, причем также не замечалось никаких ненормальностей в работе завода. Конечно, этот факт нельзя обобщать, но его следует учитывать, как указание на то, что для извлечения сахара из свеклы диффузионным способом не требуется воды каких либо особых качеств.

§ 25. Вода, применяемая в диффузионной батарее, с целью извлечения сахара из свеклы, должна накачиваться в него при некотором давлении, для движения сока с известной скоростью при переходе его последовательно через диффузоры и калоризаторы. Давление, под которым вода накачивается насосом в диффузионную батарею, обычно измеряется манометром, находящимся на так наз., *виндфляше*, которая представляет собою цилиндрический, герметически закрытый железный сборник для воды с воздушным пространством, имеющим диаметр около 1 метр. и высоту около 2,5 метр., устанавливаемый между водяным насосом и диффузионной батареей, будучи соединен с ним трубами. Виндфляше снабжена предохранительным клапаном, позволяющим поддерживать установленное нормальное давление воды, а в случае поднятия таковой, вода может быть отведена обратно в насос, минуя диффузионную батарею; кроме того, на виндфляше устанавливается водомерное стекло и воздушный кран. Конечно, чем из большего числа диффузоров, большей емкости и большей высоты состоит диффузионная батарея, чем свекловичная стружка будет тоньше, тем давление вкачиваемой воды должно быть больше. При движении воды и сока в диффузорах, заполненных стружкой, таковая представляет собою совокупность очень большого числа мелких каналов, по которым вода и сок должны двигаться, а вместе с тем тереться о стенки этих каналов, что, конечно, будет препятствовать свободному движению жидкости и для преодоления чего надлежит употребить известные усилия. Обычно, давление воды на диффузионной батарее колеблется от 1 до 2 атмосфер (15—30 фун.). Слишком высокое давление воды избегается, во-первых, потому, что это может нарушить герметичность затворов в диффузионной батарее и дать течь из нее сока, и, во-вторых, потому, что стружка диффузора прижимается к ситам и забивает их, что замедляет циркуляцию сока в диффузионной батарее. Давление воды, или, что то же, высота напора ее, тратится в диффузионной батарее на преодоление сопротивления внутри диффузоров, калоризаторов и в коммуникации. Конечно, для преодоления всех указанных сопротивлений должна быть известная разница давления воды перед диффузионной батареей и давления диффузионного сока за последней. Таким образом, абсолютная величина давления воды и сока в диффузионной батарее не играет роли, отсюда вытекает, как следствие, что совершенно безразлично, чем создается эта разность давлений:—насосом ли перед или за диффузионной батареей, или совокупностью насосов. Напр., если насос, нагнетающий воду в диффузионную батарею, создавал давление 20 фунт., а насос, высасывающий диффузионный сок из диффузионной батареи, создавал

разрежение 5 фун. и давление 5 фун., то их вполне возможно заменить одним насосом, накачивающим воду в диффузионную батарею под давлением 30 фунт.

Выше было указано, что свекловичная стружка внутри диффузора оказывает сопротивление движению жидкости, на преодоление которой тратится некоторая разность давлений. Эта разность давлений по закону реакции воспринимается стенками диффузора и ситами в нем. Жидкость при своем течении захватывает свекловичную стружку и прижимает ее к ситам. Значит, в данном случае играет роль движение жидкости, а не давление ее. Нет движений—нет прижимания. Когда закроем вентиль на мерник, тогда диффузионная батарея будет находиться под полным давлением, но при этом свекловичная стружка не будет прижиматься в диффузорах к ситам.

Необходимо учесть, что с увеличением давления воды, накачиваемой в диффузионную батарею, будет увеличиваться скорость движения в ней сока, а вместе с этим будет возрастать давление, с которым свекловичная стружка будет прижиматься к ситам в диффузорах. Таким образом, между давлением накачиваемой воды в диффузионную батарею и скоростью движения в последней сока существует зависимость, чем и обуславливается забивание сит в диффузорах свекловичной стружкой. Неправильно поступают, когда искусственно укорачивают диффузионную батарею. В этом случае, если остается прежнее давление воды, то оно распределяется на меньшее число диффузоров, вызывает большую скорость движения в них сока, а вместе с этим более сильное прижимание свекловичной стружки к ситам в них. В случае переработки лежалой, талой свеклы, свекловичная стружка обладает меньшим сопротивлением, т. е. в диффузорах она слеживается, в результате чего сопротивление, оказываемое ею движению сока в диффузорах, будет большее и для преодоления его приходится поднять давление воды, накачиваемой в диффузионную батарею; но делать это надо с осторожностью, принимая во внимание вышесказанное.

§ 26. Расход пара для нагрева калоризаторов диффузионной батареи определяется, учитывая количество тепла, заключенное в свекловичной стружке и в воде, в диффузионном соке, жоме и диффузионной воде; кроме того, принимая в расчет потерю тепла стенками диффузоров и калоризаторов, путем лучеиспускания и соприкосновения с воздухом. Расчет произведен на 100 килогр. свеклы, перерабатываемой в 1 минуту.

Свекловичная стружка, нагружаемая в диффузоры, имеет теплоемкость около 0,87, так как заключает около 93% сока с содержанием около 22% сухих веществ, и обладает температурой 5°C, а потому в 100 килогр. свекловичной стружки содержится тепла:  $100 \times 0,87 \times 5 = 435$  калорий.

Вода, накачиваемая в диффузоры и расходуемая в количестве 225% по в. свеклы, обладает температурой 40°C, как вода, стекающая из конденсатора, а потому в 225 килогр. этой воды будет содержаться тепла:  $225 \times 1 \times 40 = 9000$  калор.

Диффузионный сок, откачиваемый из диффузионной батареи в количестве от 105% до 115% по в. свеклы, имеет теплоемкость около 0,9, так как содержит около 18% сухих веществ, обладает температурой 30—40°C, а потому в 110 килогр. диффузионного сока содержится тепла:  $110 \times 0,9 \times 35 = 3465$  калор.

Жом, выгружаемый из диффузоров и получаемый в количестве от 90% до 100% по в. свеклы, имеет теплоемкость около 1, так как содержит около 94% воды и обладает температурой около 50°C, а потому в 95 килогр. жома содержится тепла:  $95 \times 1 \times 50 = 4750$  калор.

Диффузионная вода, выпускаемая из диффузоров и получаемая в количестве 125% по в. свеклы, обладает температурой около 50°C, а потому в 125 килогр. диффузионной воды содержится тепла:  $125 \times 1 \times 50 = 6250$  калор.

Что касается потери тепла диффузионной батареей, путем лучеиспускания и соприкосновения с воздухом, то она может быть определена на основании нижеследующих данных. На одном русском сахарном заводе, перерабатывающем в сутки около 4000 берк. ( $11\frac{1}{2}$ —пуд.) свеклы, т. е. около 525 килогр. свеклы в 1 минуту, находится одна диффузионная батарея, состоящая из 14 диффузоров по 470 ведер емкости каждый, снабженная калоризаторами по 10 кв. метр. поверхности нагрева каждый и имеющая трехходовую пяти-вентильную коммуникацию. Нагрев калоризаторов производится соковыми парами III-го корпуса пятикорпусной выпарки, температура которых была около 98°C. Наружная поверхность диффузоров 245 кв. метр., калоризаторов 65 кв. метр., коммуникации 55 кв. метр. Диффузоры и коммуникация не были снаружи изолированы, а калоризаторы были покрыты снаружи пробковой массой. Средняя температура сока в диффузорах была 65°C, средняя температура воздуха внутри заводского здания была 25°C. Если принять значение коэффициента теплоотдачи нагретыми стенками калоризаторов и диффузоров, путем лучеиспускания и соприкосновения с воздухом, равным 12 калор в 1 ч., или 0,2 калор. в 1 минуту, если считать коэффициент полезного действия означенной изоляции равным 0,75, то определим, что диффузионная батарея при указанных условиях будет терять тепла, путем лучеиспускания и соприкосновения с воздухом, в 1 минуту:

диффузоры:	$245 \times 0,2 \times (65 - 25) =$	1960 калор.
— коммуникация:	$55 \times 0,2 \times (65 - 25) =$	440 калор.
калоризаторы:	{ неизолир. $65 \times 0,2 \times (98 - 25) =$	949 калор.
	{ изолиров. $949 - 0,75 \times 949 =$	237 калор.
Итого		$1960 + 440 + 237 =$
		2637 калор.

Отсюда определим, что потеря тепла, путем лучеиспускания и соприкосновения с воздухом, диффузионной батареей на 100 килогр. свеклы в 1 минуту будет:  $\frac{2637 \times 100}{525} = 502,3$  калор.

Из вышесказанного следует, что в 1 минуту на 100 килогр. свеклы будет введено в диффузионную батарею с свекловичной стружкой и с водой тепла:  $435 + 9000 = 9435$ , а в 1 минуту на 100 килогр. свеклы будет удалено из диффузионной батареей с диффузионным соком, жомом и диффузионною водою тепла:  $3165 + 4750 + 6250 = 14165$  калор.; кроме того, диффузионная батарея потеряет в 1 минуту на 100 килогр. свеклы, путем лучеиспускания и соприкосновения с воздухом, 502 калор. Таким образом, на диффузионной батарее будет приход тепла = 9435 калор., а расход тепла =  $14165 + 502 = 14667$  калор. Отсюда явствует, что для нагрева диффузионной батареей необходимо израсходовать в 1 минуту на 100 килогр. свеклы:  $14667 - 9435 = 5232$  калор. Если предположить, что пар, обогреваю-

щий калоризаторы, конденсируется в воду, имеющую температуру  $\frac{98 + 65}{2} \approx 81^{\circ}\text{C}$ , то расход этого пара для нагрева калоризаторов диффузионной батареи на 100 килогр. свеклы в 1 минуту будет:  $\frac{5332}{606,5 + 0,365 \times 98 - 81} = 10$  килогр., т. е. 10% по в. свеклы.

§ 27. Осуществляя диффузионный способ извлечения сахара из свеклы в диффузионной батарее, надо стремиться к выполнению нижеследующих основных требований:

Во-первых, потери сахара в жоме и в диффузионной воде должны быть возможно меньшие.

Во-вторых, диффузионный сок должен быть возможно большей концентрации и высшей доброкачественности.

В третьих, производительность диффузионной батареи должна быть наивысшая.

Принимая во внимание, что качества перерабатываемой свеклы весьма неодинаковы на разных сахарных заводах, а также устройство диффузионных батарей и конструкции резальных машин на них очень разнообразны, не представляется возможным установить такие приемы работы на диффузионной батарее, которые могли быть целиком использованы на всех сахарных заводах. Отсюда следует, что в данном случае приходится ограничиться только установленными основными положениями успешной работы диффузионной батареи, а именно:

Во-первых, свекловичная стружка, загружаемая в диффузоры, должна быть соответствующего качества.

Во-вторых, содержимое диффузоров должно быть нагреваемо до надлежащей температуры.

В третьих, продолжительность процесса диффузии, или, что то же—время полного оборота работы диффузионной батареи, должно быть соответственно соразмерное.

§ 28. Как известно, при извлечении сахара из свекловичной стружки в диффузионной батарее одновременно происходят три процесса: во-первых, вытеснение сока из разорванных свекловичных клеток; во-вторых, диффузия сахара и несахаров свеклы через стенки целых свекловичных клеток, и в третьих, растворение веществ, находящихся в свекловичной стружке в нерастворенном виде.

Диффузия сахара, через стенки свекловичных клеток совершается тем скорее, чем менее концентрирован сок, окружающий свекловичную стружку, чем выше температура этого сока, чем продолжительнее время означенного процесса, чем свекловичная стружка имеет большую поверхность и чем она более тонка. Но продолжительное время, повышенная температура, малая концентрация сока, тонкая свекловичная стружка, т. е. совокупность указанных условий являются одновременно благоприятными для отрицательных процессов—диффузии несахаров свеклы, превращение нерастворенных веществ свеклы в растворенные.

§ 29. Качество свекловичной стружки характеризуется толщиной, длиной, формой и равномерностью ее.

Чем толще будет свекловичная стружка, тем через меньшее число стенок клеток придется сахару диффундировать, а это, конечно, обусловит более быстрый переход сахара из свекловичной стружки в окружающий ее сок, т. е. более полное обессахаривание ее. Отсюда

следует, что применяя тонкую свекловичную стружку, возможно произвести полнее обессахаривание ее в более короткое время, при более низкой температуре и с меньшим разбавлением сока водой; наоборот, применяя толстую свекловичную стружку, возможно произвести полное обессахаривание ее только в более продолжительное время, при более высокой температуре, с большим разбавлением сока водой. Необходимо учесть, что при одинаковых условиях, скорость диффузии многих солей большая, чем сахара, а потому возможно предположить, что в условиях работы диффузионной батареи диффузионный сок будет получаться более низкой доброкачественности, в случае толстой свекловичной стружки, чем тонкой. Очевидно, чем тоньше будет свекловичная стружка, тем меньшее число диффузоров может быть в диффузионной батарее, тем меньше может быть продолжительность полного оборота работы диффузионной батареи, тем меньшее число калоризаторов может быть нагреваемо и до более низкой температуры. В конечном результате, применяя тонкую свекловичную стружку, возможно достигнуть меньших потерь сахара в жоме и в диффузионной воде, получить более концентрированный и более высокодоброкачественный сок, увеличить производительность данной диффузионной батареи. Необходимо отметить, что чрезмерно тонкая свекловичная стружка содержит относительно много разрезанных клеток, из которых происходит выщелачивание сахара и несахаров свеклы, чем понижается несколько доброкачественность получаемого диффузионного сока. Разумеется, нагрузка единицы объема диффузора будет тем большая, чем тоньше будет свекловичная стружка, т. е. создаются условия, при которых в диффузорах меньшее количество сока омывает большее количество свекловичной стружки, что должно благоприятствовать получению более концентрированного диффузионного сока.

Так как процесс диффузии сахара и несахаров свеклы происходит через стенки клеток свекловичной стружки в окружающий последнюю сок, то, очевидно, условия для этого процесса будут тем более благоприятные, чем большая поверхность свекловичной стружки, приходящаяся на единицу веса ее, будет соприкасаться с соком. Таким образом, форма свекловичной стружки играет в данном случае заметную роль. Goller (22) произвел вычисление поверхности свекловичной стружки, полученной при изрезании свеклы чешечками и пемещками ножами, и пришел к заключению, что отношение поверхностей будет, как 1,1 : 1,62, что дает ему основание утверждать о преимуществах свекловичной стружки, полученной при изрезании свеклы вторыми ножами по сравнению с первыми ножами. Кроме того, форма свекловичной стружки, напр., желобчатая, а не плоская, имеет то значение, что при загрузке свекловичной стружки в диффузоры сравнительно толстым слоем, она не слеживается в них, благодаря относительно большой упругости ее при сдавливании, в результате чего между свекловичной стружкой остаются свободные промежутки, заполняемые соком, вследствие чего последний может омывать свекловичную стружку всесторонне, а это должно способствовать более успешному обессахариванию ее. Конечно, наличие промежутков между свекловичной стружкой, обусловливаемое надлежащей формой ее, является необходимым, чтобы сок мог циркулировать в диффузионной батарее с достаточной скоростью при накачивании в нее воды под небольшим давлением.

Короткие тонкие куски свекловичной стружки могут забивать промежутки между нею и тем замедлять циркуляцию сока в диффузионной батарее, а также попадать в диффузионный сок, откуда их приходится удалять при помощи особых ложечек, во избежание отрицательного влияния их на очищение диффузионного сока посредством извести. Короткие толстые куски свекловичной стружки не успевают в достаточной мере быть обессахарены в диффузионной батарее, а потому наличие их влечет за собою увеличение потери сахара в жоме.

§ 30. С целью выяснения влияния толщины свекловичной стружки на успешность работы диффузионной батареи, Herzfeld (23) произвел многочисленные опыты на опытной диффузионной батарее, отличающейся от заводской только своими малыми размерами диффузоров. Результаты этих опытов получились таковы (см. табл. XIX):

Таблица XIX.

Опыт.	Толщина стружки в мм.	Доброта-качествен. сока.	Сахара % в жоме.	Температура нагрева °С.	Число диффузоров.
I.	1 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	87,5	0,32	70—75	13
	1 6	84,0	2,00	70—75	15
II.	1 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	88,2	0,22	63—68	13
	1 6	86,0	1,10	63—68	15
III.	1 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	90,6	0,19	60—65	15
	1 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	90,3	0,20	60—65	15
IV.	1 2	89,7	0,60	63—67	13
	1 4	87,5	0,85	63—67	15
V.	1 2	88,5	0,22	62—67	14
	1 4	86,4	0,48	62—67	16
VI.	1 2	84,5	0,29	63—67	14
	1 4	85,0	0,56	63—67	15
VII.	1 2	88,5	0,17	80—85	12
	1 6	86,8	0,11	80—85	18
VIII.	1 2	87,5	0,21	80—85	13
	1 5	85,45	0,29	80—85	17
IX.	1 2	88,9	0,25	80—85	13
	1 5	87,8	0,29	80—85	17
X.	1 2	85,0	0,32	80—85	13
	1 5	86,5	0,36	80—85	17
XI.	1 5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	86,8	0,37	80—85	13
	1 5	86,9	0,50	80—85	17
XII.	1 5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	89,8	0,08	80—85	13
	1 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	88,0	0,11	80—85	17

На основании этих данных опытов названный исследователь приходит к выводу: толстая свекловичная стружка для более полного обессахаривания вызывает необходимость применения большего числа диффузоров в батарее и нагрева большего числа калоризаторов до более высокой температуры, чем тонкая свекловичная стружка, а вместе с этим получаемый диффузионный сок имеет более низкую доброкачественность в случае применения толстой, чем тонкой свекловичной стружки. Очень тонко разрезанная свекловичная стружка содержит большее число разрезанных клеток, из которых сахар и несакхара свеклы выщелачиваются, благодаря чему получается диффузионный сок, обладающий доброкачественностью, мало отличной от таковой диффузионного сока, полученного при обессахаривании толстой свекловичной стружки.

§ 31. Возможно сделать только общие указания о размере свекловичной стружки, в отношении толщины ее, для достижения благоприятных результатов при обессахаривании ее в диффузионной

батареи, так как это в значительной мере зависит от качества перерабатываемой свеклы и от устройства диффузионной батареи.

При переработке зрелой свежей свеклы, поступающей с поля, или свеклы, хорошо сохранившейся, поступающей из буртов, стремятся получить на резальной машине возможно тонкую стружку, для чего пользуются трех—или четырехмиллиметровыми ножами. Чем диффузионная батарея будет состоять из меньшего числа диффузоров и меньшей емкости, тем стружка должна быть тоньше, и наоборот, чем диффузионная батарея будет состоять из большего числа диффузоров и большей емкости, тем стружка должна быть толще, так как только при соблюдении этого условия возможна циркуляция сока в диффузионной батарее с достаточной скоростью, при которой производительность ее не уменьшится. Напр., при наличии диффузионной батареи, состоящей из 12 диффузоров емкостью 250—300 ведер каждый, толщина стружки должна быть при переработке нормальной свеклы 3 мм.; при наличии диффузионной батареи, состоящей из 14 диффузоров по 400—450 ведер емкости каждый, толщина стружки должна быть 4 мм.

Когда приходится перерабатывать свеклу вялую, порченную, тогда приходится пользоваться для получения из нее стружки ножами больших размеров, а именно 5-ти мм., так как в этом случае получаемая свекловичная стружка отличается слабой упругостью и особенно при нагреве до повышенной температуры, благодаря чему она слеживается в диффузорах и тем сильно затрудняет циркуляцию сока в диффузионной батарее, т. е. замедляется работа последней.

Когда приходится перерабатывать свеклу незрелую или деревянистую, тогда приходится пользоваться для получения из нее стружки ножами больших размеров, а именно 5-ти—мм.; но это обыкновенно вызывается тем, что такая свекла трудно изрезывается ножами малых размеров, а вместе с этим производительность резальной машины сильно понижается.

Когда приходится перерабатывать свеклу замороженную, тогда из нее трудно получить стружку ножами обыкновенных размеров, а потому в этом случае приходится пользоваться ножами даже 6-ти—мм., и притом особой формы (получилиндрические, или, так наз., пальцеобразные).

В зависимости от условий работы диффузионной батареи и, главным образом, от температуры нагрева сока в калоризаторах, приходится применять свекловичную стружку той или иной толщины, так как наблюдениями из практики установлено, чем стружка тоньше, чем нагрев ее сильнее, тем она скорее теряет свою упругость и приобретает способность слеживаться в диффузорах, и наоборот. Отсюда также следует, что при более продолжительном времени полного оборота работы диффузионной батареи надлежит применять стружку более толстую, и наоборот. Получение свекловичной стружки тонкой, длинной, правильной формы требует наличия резальной машины рациональной конструкции, кожей надлежащих размеров и форм и притом хорошо отточенных, добросовестного и умелого отношения к делу рабочих, обслуживающих резальные машины, наличия моечного аппарата рациональной конструкции, т. е. такого, который, обеспечивая послушение на резальную машину свекловичных корней без камней, соломы, грязи. В виду изложенного получение свекловичной стружки высокого качества является на практике нередко затруднительным, а потому недостатки в качествах ее, могущих обусловить

неудовлетворительные результаты работы диффузионной батареи, приходится компенсировать, если не целиком, то отчасти соответствующими приемами работы на диффузионной батарее, напр. увеличивая время процесса диффузии, повышая температуру нагрева сока, или увеличивая количество откачиваемого диффузионного сока.

§ 32. Нагрев сока в калоризаторах, а вместе с этим содержащего в диффузорах, имеет целью ускорить процесс диффузии сахара через стенки клеток свекловичной стружки в окружающий ее сок. Как известно, содержимое свекловичной клетки, т. е. сок, заключено в особую плазматическую оболочку (плазму), имеющую белковый характер и обладающую тем свойством, что она является проницаемой для воды и непроницаемой для веществ, растворенных в соке, т. е. для сахара и несахаров свеклы. Для того, чтобы могло произойти явление осмоса означенных веществ через стенки свекловичных клеток, необходимо изменить структуру указанной плазматической оболочки, или, что то же—умертвить ее, так как тогда содержимое (сок) освободится от этой оболочки, и будет находиться в непосредственном соприкосновении с стенками свекловичной клетки и, таким образом, создадутся условия, благоприятные для извлечения сахара из свекловичной стружки, а вместе с этим для обессахаривания последней. Отсюда возникает вопрос о той предельной температуре, при которой может быть изменена структура указанной плазматической оболочки. Для решения этого вопроса Крамер (24) вырезывал из свекловичных корней пластинки толщиной 1 милл., длиной 5 сант. и шириной 1 сант. и опускал их в воду, нагретую до той или иной температуры, на известный промежуток времени, после чего пластинки вынимались из воды, немедленно охлаждались обливанием холодной водою, и из них приготавливались препараты для микроскопического исследования. Результаты этого исследования получились таковы (см. табл. XX на стран. 190).

На основании этих результатов опытов, названный исследователем приходит к выводу:

При температуре  $50^{\circ}\text{C}$  из свекловичной стружки толщиной 1 милл. в воду поступает сахар исключительно из разрезанных клеток и он остается внутри живых клеток, куда проникает только вода. При температуре  $60^{\circ}\text{C}$  через несколько минут умерщвляется плазма всех клеток, вследствие чего сахар поступает через стенки клеток непосредственно в воду, находящуюся в сосуде, или предварительно в воду, заключающуюся в межклеточных пространствах, откуда был вытеснен воздух горячею водою. При температуре от  $70^{\circ}\text{C}$  до  $100^{\circ}\text{C}$  изменения свекловичной стружки и явления, происходящие в ней, будут одинаковы с вышеописанными.

Что касается стенок свекловичных клеток, то таковые не претерпевают никаких заметных изменений при нагреве до  $100^{\circ}\text{C}$ .

Отсюда следует, что для осуществления процесса диффузии (более правильно—осмоса) с целью извлечения сахара из свеклы в диффузионной батарее необходимо нагреть заключающуюся в диффузорах свекловичную стружку до температуры не ниже  $60^{\circ}\text{C}$ , так как только после этого растворенные вещества в соке, т. е. сахар, смогут проникать через стенки клеток свекловичной стружки в окружающий ее сок.

§ 33. Имея в виду, что одновременно с сахаром через стенки свекловичных клеток диффундируют и несахара свеклы, и при том с разными скоростями, то возникает вопрос о тех предельных тем-

Таблица XX.

Температура воды °С.	Время нагрева в мин.	Состояние плазматической оболочки.	Состояние стенок клеток.	Изменение структуры плазматической оболочки.
40	20	Плазма всех клеток остается живой.	Без изменений.	Совершенно без изменений.
45	30	Плазма наружных клеток умерщвлена, а внутренних клеток жива.	Т о ж е.	Без заметных изменений.
50	5	Плазма у наружных клеток умерщвлена, а у внутренних клеток жива.	Т о ж е.	Без заметных существенных изменений.
	10	Плазма жива еще у очень многих клеток.	Т о ж е.	
	15	Плазма жива у многих клеток.	Т о ж е.	
60	5	Плазма у многих клеток умерщвлена и только у некоторых жива.	Т о ж е.	Плазматическая оболочка умерщвленных клеток отошла от стенок последних, свернулась в несколько комочков круглой или удлиненной формы.
	10	Плазма у всех клеток умерщвлена.	Т о ж е.	
	15	Т о ж е.	Т о ж е.	
70	5	Плазма у всех клеток умерщвлена.	Т о ж е.	Т о ж е.
	10	Т о ж е.	Т о ж е.	
80	15	Т о ж е.	Т о ж е.	Т о ж е.
	5	Т о ж е.	Т о ж е.	Т о ж е.
90	5	Т о ж е.	Т о ж е.	Т о ж е.
100	4	Т о ж е.	Стенки отдельных клеток имеют трещины.	Т о ж е.

пературах, которые будут благоприятствовать в данном случае диффузирования сахара, т. е. в условиях работы диффузионной батареи, до какой температуры должен быть нагреваем сок в калоризаторах, а равно содержимое в диффузорах, чтобы при всех прочих благоприятных результатах работы диффузионный сок получился высшей доброкачественности. Robert (25) в 60-х годах предлагал нагревать до температуры не выше 50°R, опасаясь перехода в раствор веществ, находящихся в свекле в нерастворенном виде, как, напр., пектиновые вещества. Bergreen (26) в 70-х годах предлагал нагревать до температуры не ниже 60°R, руководствуясь тем, что при более высокой температуре происходит более полное и скорое обессахаривание свекловичной стружки.

Herzfeld (27) произвел ряд опытов на опытной диффузионной батарее, с целью выяснения температуры нагрева сока на успешность работы диффузионной батареи, причем получил такие результаты (см. табл. XXI):

Таблица XXI.

Температура °С	Толщина стружки милл.	Нормальный сок.			Диффузион. сок.			Сахар в жоме %
		Бр.	Сах. %	Добр.	Бр.	Сах. %	Добр.	
50	1 1/2	20,99	18,02	85,85	14,73	12,55	85,20	0,17
50—55	1 1/2	18,42	16,15	87,67	11,67	10,38	88,94	0,17
50—90	3	19,0	17,50	87,94	11,90	10,20	85,71	0,20
90	4	19,43	16,80	86,46	13,87	11,85	85,36	0,05

На основании полученных данных, а равно и тех, которые были приведены выше, названный исследователь приходит к заключению, что при повышенной температуре получаемый диффузионный сок менее доброкачественный, чем при пониженной. Нельзя не заметить, — существенный недостаток этих опытов заключается в том, что при них варьировалась не только температура, но и проч. факторы, напр., толщина стружки, количество откачиваемого сока, число диффузоров в батарее и проч.

Andrlik (28) производил опыты на сахарном заводе, в котором была диффузионная батарея, состоящая из 14 диффузоров по 40 гектолитров каждый, причем в одном случае нагрев сока в калоризаторах производился до 75°С, а в другом до 85°С, причем получились такие результаты (см. табл. XXII):

Таблица XXII.

Обыкновенная диффузия.						Горячая диффузия.							
Диффуз. сок.			Жом.	Перешло в диф. сок %			Диффуз. сок.			Жом.	Перешло в диф. сок %		
Бр.	Сах. %	Добр.		Сах. %	Са-хара	Вр. золь азот.	Бр.	Сах. %	Добр.		Сах. %	Са-хара	Вр. золь азот.
14,65	13,5	89,8	0,38	97,1	70,9	89,3	16,10	14,50	90,0	0,35	97,6	77,7	95,17

Количество диффуз. сока 117,3%. Количество диффуз. сока 113,1%.

Из этих данных явствует, что при горячей диффузии, по сравнению с обыкновенной, увеличивается диффундирующая способность, как сахара, так и несахаров свеклы.

Если принять во внимание, что в дальнейшем диффузионный сок подвергается воздействию извести с целью очистки его, то возникает вопрос, насколько трудно удаляемы из диффузионного сока те несахара свеклы, которые поступают в него при горячей диффузии. Некоторым ответом на поставленный вопрос могут служить опыты Herzfeld'a (29); он подвергал дефекации и сатурации пробы диффузионного сока, полученные при холодной и горячей диффузии и различающиеся между собою величинами доброкачественности, причем получил такие результаты (см. табл. XXIII):

Таблица XXIII.

Диффузион. сок.	Сатурацион. сок.
Доброкачеств.	Доброкачеств.
85,20	90,38
88,94	90,26
85,71	91,59
85,36	89,41

Из этих данных явствует, что в результате счистки тех и других проб диффузионного сока получаются сатурационные соки, величины доброкачественности которых не находятся в прямой зависимости от величин доброкачественности диффузионного сока, полученного при горячей или холодной диффузии.

§ 34. Между температурой нагрева сока в калоризаторах и количеством сахара, поступающего из свекловичной стружки в окружающий ее сок, существует некоторая зависимость, а именно, с повышением температуры сока в калоризаторах данной диффузионной батареи увеличивается количество сахара, переходящего из стружки в сок, и наоборот. Battut (30) старался установить означенную зависимость, анализируя пробы сока, взятые из различных диффузоров, причем получил такие результаты (см. табл. XXIV):

Таблица XXIV.

	О п ы т III.									
№№ диффузоров.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура сока в калоризаторах °C . . . . .	34	50	65	75	75	73	73	65	42	22
Доброкачественность сока . . . . .	—	81,6	81,4	85,2	81,7	80,0	83,1	80,1	77,7	81,2
Сахара гр. перешло в 100 к. с. . . . .	—	0,36	0,74	0,86	1,09	1,12	1,48	1,45	0,32	0,27

	О п ы т IV									
№№ диффузоров.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура сока в калоризаторах °C . . . . .	35	58	65	65	65	66	70	73	75	18
Доброкачественность сока . . . . .	—	74,6	76,9	77,2	79,3	79,2	79,2	80,0	79,6	79,6
Сахара гр. перешло в 100 к. с. . . . .	—	0,37	0,58	0,73	1,00	1,25	1,22	1,80	2,05	0,33

§ 35. Температура нагрева сока в калоризаторах, а вместе с этим содержаемого в диффузорах батареи, зависит, главным образом, от качества перерабатываемой свеклы, толщины свекловичной стружки, продолжительности работы полного оборота диффузионной батареи, от числа диффузоров в батарее и от емкости диффузоров. Чем более зрела и свежа свекла, чем толще стружка, чем короче диффузионная батарея, а значит и меньше продолжительность работы полного оборота батареи, чем диффузоры меньшей емкости, — тем температура нагрева сока в калоризаторах может быть выше, и наоборот. Обычно принято нагревать сок в калоризаторах до 75°C, причем нагрев сока до этой температуры производится не во всех калоризаторах действующих диффузоров, а именно: из общего числа калоризаторов нагревается не более двух третей, и притом начиная с калоризатора в диффузора, который нагружен свежей стружкой и набирается соком.

Пределом температуры нагрева сока в калоризаторах считается тот, при котором свекловичная стружка, находящаяся в диффузорах, теряет свою упругость настолько, что начинает плотно прилегать друг к другу, в результате чего циркуляция сока в диффузионной батарее сильно замедляется, а вместе с этим уменьшается ее производительность. Стружка, полученная из свежей свеклы, доставляемой с поля, переносит нагрев без особого риска до 85°C, а стружка, полученная из свеклы лежалой, доставляемой из буртов, переносит нагрев без всякого риска только до 75°C. Что касается стружки, полученной из свеклы загнившей или мерзлой, то она не переносит нагрева без особого риска выше 65°C, что объясняется изменением структуры такой стружки, происшедшим при загнивании и замерзании.

Если учесть, что нагрев сока в калоризаторах до более высокой температуры ускоряет процесс диффузии сахара через стенки свекловичных клеток, т. е. позволяет уменьшить потерю сахара в жоме и диффузионной воде, повысить концентрацию диффузионного сока и увеличить производительность диффузионной батареи, то установление практически путем температуры сока в калоризаторах является весьма важным. Вот почему заслуживают особого внимания указания Heinze (31) на то, что он производил нагрев сока в калоризаторах до 95°C в диффузионной батарее, имеющей 10 действующих диффузоров по 38 гектолитров емкости каждый, при переработке вполне здоровой зрелой свеклы, при применении стружки толщиной 4 мм., причем продолжительность работы полного оборота диффузионной батареи была около 40 минут, давление воды, накачиваемой в диффузионную батарею, колебалось в пределах 2,5—3 атмосфер и при скорости движения сока в диффузионной батарее около 1,5 метр. в 1 секунду. Работа завода на всех станциях была без каких-либо задержек, а получаемые продукты и отбросы были вполне нормальные. Для характеристики качества получаемого диффузионного сока производились анализы проб его, причем были получены такие результаты (см. табл. XXV):

Таблица XXV.

Температура сока °C.	81	85	88	90	92
Добркачествовность . . .	90,2	88,4	83,2	90,9	90,3
диффузионного сока . . .	—	87,1	88,2	88,6	89,8

Возникает вопрос, не может ли происходить при столь высокой температуре сока в диффузионной батарее разложения (инверсия) содержащегося в нем сахара, так как реакция сока кислая. Для разрешения этого вопроса производились определения сахара в пробах нормального сока и диффузионного сока, причем были получены такие результаты (см. табл. XXVI):

Таблица XXVI.

Норм. сок.		Диффуз. сок.	
Сахара %	Инвертн. сахара %	Сахара %	Инвертн. сахара %
17,0	0,17	13,3	0,16
16,7	0,17	12,4	0,14
17,4	0,16	12,8	0,16

Эти данные указывают, что при повышенной температуре нагрева сока в диффузионной батарее не наблюдается разложения содержащегося в нем сахара.

Итак, при короткой диффузионной батарее, малой продолжительности работы полного оборота ее, при переработке здоровой свежей свеклы, при средней толщине стружки, возможно нагревать сок в калоризаторах до 90°C без риска затормозить работу.

§ 36. Продолжительность процесса диффузии, а вместе с этим время работы полного оборота диффузионной батареи должно быть таково, чтобы при наличии данного оборудования, т. е. при известном числе диффузоров, составляющих батарею, и при определенной емкости их достигалась максимальная производительность диффузионной батареи, получались минимальные потери сахара в жоме и в диффузионной воде, а диффузионный сок имел наибольшую концентрацию при наивысшей доброкачественности. Разумеется, чем больше будет время работы полного оборота диффузионной батареи, тем меньше сахара будет потеряно в отбросах и тем большей концентрации получится диффузионный сок, но при этом производительность диффузионной батареи может уменьшиться, а полученный диффузионный сок окажется более низкой доброкачественности.

Уместно заметить, что обычно большая продолжительность работы полного оборота диффузионной батареи бывает в случае наличия диффузионной батареи, состоящей из большого числа диффузоров при большой емкости их, причем нагрузка свекловичной стружки на единицу объема диффузора будет наибольшая. В этом случае и создаются условия, при которых меньшее количество воды участвует в обессахаривании свекловичной стружки, в результате чего диффузия сахара и несахара в свеклы через стенки свекловичных клеток будет происходить при меньшей разнице концентрации сока внутри клеток свекловичной стружки и окружающего ее сока, что при пониженной температуре, хотя и при продолжительном времени может способствовать получению концентрированного диффузионного сока высшей доброкачественности.

Выше было указано, что время полного оборота работы диффузионной батареи, состоящей из 10—12 диффузоров по 200—300 ведер емкости каждый, может быть от  $\frac{1}{4}$  до 1 часа, а диффузионной батареи, состоящей из 12—14 диффузоров по 400—600 ведер емкости каждый, может быть от  $1\frac{1}{4}$  ч. до  $1\frac{1}{2}$  ч.

§ 37. Резюмируя все вышесказанное относительно толщины свекловичной стружки, температуры нагрева сока в калоризаторах, времени работы полного оборота диффузионной батареи, приходим к следующему выводу.

В случае короткой диффузионной батареи, напр., состоящей из 12 диффузоров, небольшой емкости, напр., 250—300 ведер, надлежит иметь тонкую свекловичную стружку, напр., 3 милл., производить нагрев сока в калоризаторах до возможно высокой температуры, напр., до 85°C, время работы полного оборота диффузионной батареи должно быть непродолжительное, напр., не более  $1\frac{1}{4}$  ч.

В случае длинной батареи, напр., состоящей из 14 диффузоров, большой емкости, напр., 500—600 ведер, для успешной работы надлежит иметь свекловичную стружку средней толщины, напр., 4 милл., производить нагрев сока в калоризаторах до умеренной температуры, напр., 75°C, время работы полного оборота диффузионной батареи должно быть продолжительное, напр., не менее  $1\frac{1}{2}$  ч.

Таким образом, чтобы на данном заводе достигнуть хороших результатов работы диффузионной батареи, т. е. при наибольшей производительности последней иметь малые потери сахара в жоме и в диффузионной воде, получить диффуз. сок наибольшей концентрации, надлежит из указанных двух способов работы выбрать тот, который наиболее соответствует оборудованию данной диф. батареи, полагая, что перерабатываемая свекла будет нормальных качеств.

Количество диффузионного сока, получаемого при извлечении сахара из свеклы диффузионным способом, подвержено колебаниям в зависимости от качества перерабатываемой свеклы, от оборудования диффузионной батареи и условий работы на ней. Обычно количество получаемого диффузионного сока колеблется около 110% по в. перерабатываемой свеклы. Конечно, надо всемерно стремиться получить возможно меньшее количество диффузионного сока по в. перерабатываемой свеклы, потому что таковой сок будет менее разбавлен водою, т. е. более концентрирован, но при этом потери сахара в жоме и в диффузионной воде должны быть небольшие. Для осуществления указанных требований надо иметь диффузионную батарею, состоящую из большого числа диффузоров большой емкости, производить нагрев сока в калоризаторах до высокой температуры и время полного оборота работы диф. батареи должно быть возможно продолжительное.

При наличии диффузионной батареи, состоящей из данного числа диффузоров определенной емкости, надлежит прежде, чем увеличивать количество откачиваемого диффузионного сока, для избежания больших потерь сахара в отбросах, принять меры к уменьшению толщины свекловичной стружки, к увеличению нагрузки ее в диффузоры и к повышению температуры нагрева сока в калоризаторах.

§ 38. Как минимальное количество получаемого диффузионного сока, следует признать такое, равное содержанию сока в свекловичной стружке, так как в конечном итоге при процессе диффузии происходит замена сока внутри свекловичных клеток водою. Как известно, количество сока в свекле определяется из равенства

$$S = \frac{100 \times z}{Z}$$
, где  $z$ —содержание сахара % в свекле,  $Z$ —содержание сахара % в нормальном соке. В частном случае, если  $z=18,4$ , а  $Z=20$ ,

то  $S = \frac{100 \times 18,4}{20} = 92\%$ , то в 100 килогр. свеклы содержится 92 кил. сока, а потому минимум получаемого диф. сока будет 92% по в. свеклы.

Если нормальный сок будет иметь: Брикс=20,0, или, что то же, уд. вес его будет=1,0833, то сок занимает в свекле объем:  $\frac{92}{1,0833} = 85$  литр, или на 1 центнер свеклы 42,5 литр. сока.

Фактически в диффузионной батарее происходит разбавление нормального сока водою, что в значительной мере зависит от наличия в калоризаторах и коммуникации сока малой концентрации, который не соприкасается с стружкой, т. е. не участвует в процессе диффузии.

Наименьшее количество получаемого диффузионного сока, возможное на практике при наличии длинной диффузионной батареи, состоящей из диффузоров большой емкости, около 100% по в. перерабатываемой свеклы, что подтверждается соответствующими данными, приведенными выше. Наибольшее количество диффузионного сока получается при короткой батарее, состоящей из диффузоров малой емкости, около 120% по в. перерабатываемой свеклы.

Рекомендуется избегать получения диффузионного сока малой концентрации, т. е. сильно разбавленного водою, так как распространено мнение, что доброкачественность диффузионного сока большей концентрации, выше таковой диффузионного сока малой концентрации.

§ 39. Следует учитывать, что при данной величине нагрузки диффузора свекловичной стружкой и при данной плотности нормального сока, количество откачиваемого диффузионного сока не должно быть меньше известной величины. Действительно, вообразим себе диффузор, нагруженной стружкой, плотность сока которой известна. Стружка займет в диффузоре пространство, составляющее только часть всего объема диффузора. Если станем набирать этот диффузор соком, то последний займет в нем именно то пространство, которое осталось в нем не занятым стружкой. Поэтому, при вытеснении сока из нагруженного стружкой диффузора на мерник, необходимо откачивать диффузионный сок по крайней мере до тех пор, пока не будет вытеснен вышеозначенный объем сока, так как в противном случае, если откачка диффузионного сока будет меньше этого объема, то в диффузоре, из которого сок откачивается на мерник, часть концентрированного сока, и притом наибольшей плотности, останется в диффузоре, а в диффузоре, в который поступает вода, часть сока малой концентрации не будет вытеснена водою и в результате будет удалена из диффузора при разгрузке его, благодаря чему, конечно, увеличится потеря сахара в диффузионной воде. Отсюда вытекает, как следствие, что количество диффузионного сока, откачиваемого из диффузионной батареи, не должно быть по объему меньше того объема, который сок занимает в диффузоре. Предположим, что в единице объема диффузора заключается  $X$  весовых частей стружки, каждая 1 весовая часть которой состоит из  $q$  — весовых частей нормального сока и  $1 - q$  мякоти с имбибиционной водою; если удельные веса нормального сока  $d_1$  и мякоти  $d_0$ , то объем, занимаемый  $X$  весов. частями стружки, будет:

$$\frac{q \times X}{d_1} + \frac{(1 - q) \times X}{d_0}$$

Если на каждую 1 весовую часть стружки в незанятом ею объеме в диффузоре будет заключаться  $m$  весовых частей диффузионного сока, удельного веса  $d_2$ , то объем диффузионного сока, получаемого из  $X$  весовых частей стружки будет:

$$\frac{m \times X}{d_2}$$

По условию все эти объемы составляют 1, а потому будет:

$$\frac{q \times X}{d_1} + \frac{(1 - q) \times X}{d_0} + \frac{m \times X}{d_2} = 1$$

Удельные веса сока от 1° до 30° Брикса выражаются  $d = \frac{260}{260 - B}$ , где  $B$  — плотность сока по Бриксу. Если плотности нормального и диффузионного сока будут  $B_1$  и  $B_2$ , то удельные веса этих соков

$$\text{будут: } d_1 = \frac{260}{260 - B_1}, \quad d_2 = \frac{260}{260 - B_2}$$

Вставляя в вышеприведенное уравнение значения  $d_1$  и  $d_2$ , получим:

$$\frac{q \times X \times (260 - B_1)}{260} + \frac{(1 - q) \times X}{d_0} + \frac{m \times X \times (260 - B_2)}{260} = 1$$

В данном случае возможно допустить:  $B_1 \times q = B_2 \times m$  и  $d_0 = 1$ .

При этом допущении вышеуказанное уравнение будет:

$$X (1 + m - 0,007 \times B_1) = 1,$$

причем коэффициент  $0,007 \times B_1$  получен при условии  $q = 0,92$ , т. е. содержание сока в свекле равно  $92\%$ .

В случае русской меры, считая вес 1 ведра воды 30 фун. и полагая  $X$  фунтов стружки в 1 ведре, вышеуказанное равенство будет:

$$X (1 + m - 0,007 \times B_1) = 30.$$

Предположим, что, если  $X = 16$  фун.,  $B_1 = 20$  Бр., то будет:

$$m = 1,015, \text{ или } 101,5\% \text{ по в. свеклы.}$$

Отсюда явствует, что при данном оборудовании диффузионной батареи, с целью получения диффузионного сока наибольшей плотности, надо стремиться возможно больше свекловичной стружки нагружать в диффузоры, для чего она должна быть тонкой.

Предположим, что в частном случае  $B_1 = 20$ ,  $q = 92$ ,  $m = 105$ , то при допущении, что  $B_1 \times q = B_2 \times m$ , определим:  $B_2 = \frac{B_1 \times q}{m}$  или, вставляя указанные значения  $B_1$ ,  $q$  и  $m$ , находим:

$$B_2 = \frac{20 \times 92}{105} = 17,5,$$

т. е. такова будет плотность по Бриксу получаемого диффуз. сока.

**§ 40.** Нередко возникает вопрос, насколько увеличится расход топлива по в. перерабатываемой свеклы в случае увеличения количества откачиваемого диффузионного сока; напр., если количество откачиваемого диффузионного сока будет в частном случае вместо  $105\%$  по в. свеклы  $115\%$  по в. ее, т. е. диффузионный сок будет разбавлен  $10\%$  воды по в. свеклы, то на нагрев этого излишнего количества воды приходится затрачивать тепла пара в калоризаторах, решоферах, соковаре, в пересчете на острый пар, около 1,5 килогр. пара на 100 килогр. свеклы и на выпаривание этого излишнего количества воды в пятикорпусной выпарке приходится затрачивать 2 килогр. пара на 100 килогр. свеклы, а всего 3,5 килогр. пара на 100 килогр. свеклы, что при десятикратной испарительной способности каменного угля составит 0,35 килогр. угля на 100 килогр. свеклы. В частном случае, на заводе, перерабатывающем в сутки 4000 берк. свеклы, потребуется излишний расход каменного угля, вследствие увеличения количества откачиваемого диффузионного сока на  $10\%$  по в. свеклы, около 157 пуд. в сутки, или около 12.500 пуд. за все производство.

Обычно увеличение количества откачиваемого диффузионного сока вызывается необходимостью уменьшения потери сахара в жоме и в диффузионной воде, а потому в каждом частном случае надлежит решить, что выгоднее, т. е. уменьшение потери сахара в отбросах и увеличение расхода топлива на нагрев и выпаривание излишней воды, или наоборот.

**§ 41.** Измерение откачиваемого из диффузионной батареи диффузионного сока производится в открытом или закрытом железном резервуаре, именуемом *мерником*, причем для непрерывности ра-

боты устанавливается два мерника одинаковых размеров. Мерник открытый представляет собою клепаный из толстого листового железа прямоугольный ящик, снабженный внутри полным железным поплавком, с указателем и рейкой с нанесенными на нее делениями и цифрами, обозначающими число ведер; сок по одной трубе с вентиляем поступает в мерник, а по другой трубе с вентиляем уходит из него. Объем мерника должен находиться в соответствии с максимальным количеством диффузионного сока, которое предположено получить при наличии диффузионной батареи данной емкости диффузоров, но при этом необходимо учесть, что диффузионный сок при накачивании сильно пенится, а потому означенный объем мерника должен быть увеличен по крайней мере на 25%. Мерник должен содержаться в чистоте, во избежание возможного быть заражения диффузионного сока разного рода микроорганизмами. Время от времени стенки мерника должны подвергаться чистке и дезинфекции, напр., известью. Нередко применяются автоматические счетчики диффузионного сока, устанавливаемые в связи с поплавком мерника. Из таких приборов наибольшим распространением пользуется счетчики Horsing-Deon'a и Rasmusa. Они основаны на том принципе, что металлический цилиндр, с наложенной на его поверхность разграфленной бумагой приводится во вращение от часового механизма, а к поверхности бумаги прикасается перо, движущееся вверх и вниз, будучи соединено соответствующим образом с поплавком в мернике. В результате на бумаге будет начерчена ломаная линия, высота подъема которой соответствует количеству ведер откаченного диффузионного сока с каждого диффузора.

§ 42. Иногда вычисляют количество получаемого диффузионного сока по данным анализа средних проб последнего, а также по данным анализа средних проб жома и диффузионной воды, причем количество такого же по весу перерабатываемой свеклы должно быть известно. Напр., диффузионный сок содержал сахара 16,34%, а свекла 18,38% сахара, жом 0,40% сахара и количество его 95% по в. свеклы, диффузионная вода 0,15% сахара и количество ее 125% по в. свеклы. На основании этих данных определяем, что сахара

было потеряно в жоме и в диффузионной воде:  $\frac{95 \times 0,40}{100} + \frac{125 \times 0,15}{100} =$   
 $= 0,57\%$  по в. свеклы; сахара поступило из 100 в. ч. свеклы в диффузионный сок:  $18,38 - 0,57 = 17,81$  в. ч., которые содержатся в  $\frac{17,81 \times 100}{16,34} = 109$  в. ч. диффузионного сока, т. е. в данном случае

количество откачиваемого диффузионного сока было 109% по в. перерабатываемой свеклы. Необходимо заметить, что результаты такого рода вычисления будут верны при условии правильного отбора средних проб диффузионного сока, жома и диффузионной воды и точного знания количества жома и диффузионной воды, что в заводских условиях сопряжено с большими затруднениями.

§ 43. Вопрос о пределах обессахаривания, или, как принято, „выщелачивания“ свекловичной стружки в диффузионной батарее, до сих пор нельзя признать окончательно и бесспорно разрешенным, так как существуют, как защитники сильного выщелачивания, так и противники его.

Как известно, добротность сока, заключающегося в разных диффузорах батареи, понижается от диффузора, в который была

загружена свежая стружка, к диффузору, в который впускается вода, причем в этих последних диффузорах доброкачественность сока оказывается сравнительно низкой, что указывает на превалирование в них диффузии несахаров свеклы, над диффузией сахара. В подтверждение правильности выказанного уместно привести результаты анализов (см. табл. XXVII), произведенных Спльманом (32), проб сока, отобранных из разных диффузоров одной и той же диффузионной батареи.

Таблица XXVII.

№№ диффу- зора.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Брик. . . . .	0,6	1,2	2,0	2,8	3,8	4,5	5,6	6,3	7,40	8,5	10,3	14,1
Сах. % . . . .	0,27	0,62	1,37	1,94	2,84	3,52	4,69	5,03	6,27	7,21	8,91	11,91
Несах. % . . .	0,33	0,58	0,63	0,86	0,96	0,98	0,91	1,27	1,13	1,29	1,39	2,19
Доброк. . . . .	15,8	52,1	63,5	69,3	74,7	78,2	83,7	84,1	84,7	84,8	87,7	84,5

Нормальный сок: Бр. = 19, сах. = 15,93, доброк. = 80,8.

Диффузионный сок: Бр. = 14,85, сах. = 14,85, добр. = 84,3.

Жом: Сах. = 0,32%,

Диффузионная вода: Сах. = 0,13%.

Количество диффузионного сока = 120% по в. свеклы.

Диффузионная батарея состояла из 14 диффузоров по 270 ве-  
дер каждый.

§ 44. Выказывается предположение, что доброкачественность сока в последних диффузорах будет тем ниже, чем более полно производится обессахаривание свеклы в диффузионной батарее, т. е. чем меньше будут потери сахара в жоме и в диффузионной воде. Делается допущение, что большая часть несахаров свеклы, поступающих в диффузионный сок при более полном обессахаривании свеклы, при современном способе очистки не могут быть удаляемы, а потому они концентрируются в утфеле, понижая его доброкачественность — и тем самым обуславливая меньший выход из него кристаллического сахара. В пояснение вышензложенного предположим, что при содержании сахара в жоме 0,2% и в диффузионной воде 0,1% из последнего диффузора получается сок, который после дефекации и сатурации, имеет доброкачественность 40. Возможно принять за правило, что в условиях современного способа кристаллизации сахара из сиропа и оттеков в конечном результате получается мелясса, имеющая доброкачественность 60, из которой нельзя выделить содержащегося в ней сахара, так как она является раствором насыщенным в отношении, как сахара, так и несахаров свеклы. Очевидно, если будем производить добавку сахарного продукта, имеющего доброкачественность 40 к смеси насыщенной патоки и свободного сахара, каковая, в сущности говоря, представляет утфель последней кристаллизации, то часть свободного сахара этой смеси будет удержана несахарами означенного продукта и при том в количестве, необходимом, чтобы доброкачественность этого продукта возрасла до 60. В конечном итоге из утфеля получится меньше сахара в кристаллическом виде. Таким образом, при поступлении в утфель последней кристаллизации 0,2% сахара по в. свеклы в виде продукта доброкачественности 40, будет удержано в растворе несахарами этого продукта также 0,2% сахара по в. свеклы, и в резуль-

тате чего в меляссе поступит 0,4% сахара по в. свеклы, т. е. почти 1 фунт сахара на 1 берк. свеклы, но при этом количество получаемой меляссы увеличится почти на 2 фун. на 1 берк. свеклы. Отсюда следует, что в каждом отдельном случае должен быть установлен предел обессахаривания свекловичной стружки в диффузионной батарее, так как превышение этого предела может повлечь за собою уменьшение выхода кристаллического сахара из перерабатываемой свеклы, несмотря на фактическое уменьшение потерь сахара в жоме и в диффузионной воде.

Такова постановка вопроса, имеющего давность около 25 лет, о пределе выщелачивания свекловичной стружки в диффузионной батарее.

§ 45. Claassen (33) по этому вопросу высказывает следующее. До каких пределов следует вести выщелачивание свекловичной стружки в диффузионной батарее—является делом расчета. Если батарея сравнительно мала, а надо переработать в производство много свеклы, то было бы неправильно за счет уменьшения суточной переработки или увеличения откачки диффузионного сока, вести возможно далеко выщелачивание стружки. В таком случае выгода от большого выхода сахара из свеклы может быть потеряна и даже превзойдена убытками от повышения расходов на производство, вследствие уменьшения суточной переработки завода и потерь сахара от продолжительного хранения свеклы в кагатах, а также от увеличения расхода топлива. Если, наоборот, диффузионная батарея достаточно большая, то было бы неправильно не вести выщелачивание стружки возможно полнее при наименьшей откачке диффузионного сока, производя нагрев сока в калоризаторах до соответствующей температуры и сохраняя надлежащую продолжительность работы полного оборота диффузионной батареи, из боязни, что сок, полученный в последних диффузорах, т. е. ближайших к тому диффузору, в который поступает вода, будет иметь чрезвычайно низкую доброкачественность, что может вредно отразиться на выходе сахара из свеклы. Хотя это последнее мнение имеет весьма широкое распространение, однако, его правильность может быть признана только в исключительных случаях, напр., при переработке очень плохой, т. е. мерзлой или гнилой свеклы. В случае здоровой и свежей свеклы, жидкий сок, полученный из последнего диффузора, часто имеет до дефекации очень низкую доброкачественность, так как вода в зависимости от качества свеклы, растворяет больше или меньше нес сахаров, содержащихся в нерастворенном виде в мякоти ее, напр., пектиновые вещества, а также в этот сок поступают в большом количестве калиевые соли преимущественно неорганических кислот. Однако, при дефекации и сатурации пектиновые вещества осаждаются в виде известковых соединений, а калиевые соли разлагаются с выделением нерастворимых известковых солей и с образованием углекалиевой соли, вследствие чего доброкачественность этого сока сильно повышается и сироп из такого очищенного сока, после правильной нейтрализации, хорошо кристаллизуется, а добытый из него сахар является прибыльным, потому что выработка его не связана с повышением издержек по производству и с увеличением расхода топлива. Углекислые соли и известковые сахараты, образующиеся при дефекации и сатурации означенного сока, в дальнейшем действуют не только безвредно, но даже благоприятно: они вступают во взаимодействие с содержащимися в очищенном соке раствори-

мыми известковыми солями, образуя нерастворимый углекислый кальций.

В доказательство правильности высказанного мнения Claassen произвел ряд опытов. Он отбирал пробы сока из последнего диффузора и других диффузоров одной и той же батареи, подвергал их дефекации и сатурации в условиях, аналогичных таковым на заводе, фильтровал, выпаривал до надлежащей концентрации и наблюдал за кристаллизацией сахара из полученного сиропа. Диффузионная батарея состояла из 10 диффузоров по 56 гектолитров каждый, причем нагрузка диффузора свековичной стружкой толщиной 3 милл. 70 центнеров, время работы полного оборота батарей 2 часа, нагрев сока в калоризаторах до 75°C, количество полученного диффузионного сока 107% по в. свеклы, потеря сахара в жоме 0,2%—0,3%. Результаты опытов сгруппированы в виде таблицы (см. табл. XXVIII):

Таблица XXVIII.

№ опыта.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Сок неочищ.	9-й диф.	8-й диф.	8-й диф.			7-й диф.	4-й диф.	Диф. вода.	Ся-роп		
Сахара % .	0.19	0.18	0.20	0.29	0.43	0.46	0.71	1.01	4.6	0.48	—
Доброкач. .	38	45	—	48	55	51	65	73	79	53	—
Жом:											
Сахара % .	0.29	0.25	0.26	0.28	0.20	0.30	0.50	0.30	0.25	—	—
Сок очищ.											
Прям. поляриз. .	46.6	65.4	27.1	25.9	61.6	64.4	63.1	60.0	67.5	61.4	—
Поляр. . .	45.6	64.3	26.9	25.6	61.2	64.9	62.6	59.7	66.9	60.5	—
Воды % . .	35.3	21.5	61.7	65.9	21.5	25.3	24.2	30.9	22.2	19.3	—
Зольн % . .	12.97	8.1	4.7	3.76	10.33	7.41	7.00	5.00	4.76	9.35	—
Обн. несах. % .	5.1	5.0	3.5	2.44	6.57	4.89	5.10	4.1	5.54	9.95	—
Доброкач. .	73.0	83.3	75.7	75.9	78.1	83.9	83.7	86.7	86.7	76.0	90
Щелочн. . .	0.95	0.12	0.02	—	0.08	0.06	0.04	0.04	0.10	0.04	0.0
Окиси кальци- я . . . . .	0.04	0.04	0.25	0.03	0.18	0.11	0.10	0.46	0.52	1.81	—
Известность	жест.	коричн.	коричн.	коричн.	коричн.	коричн.	коричн.	коричн.	коричн.	коричн.	жест.
Кристалли- зация . . .	через 8 час.	через 15 минут часов	—	через несколько дней	через несколько часов	то же	то же	то же	то же	то же	—

Из этих данных известно, что сок из последних диффузоров получается действительно весьма низкой доброкачественности, при которой исключается возможность кристаллизации сахара, но он после дефекации, сатурации и выпаривания получается сравнительно высокой доброкачественности, при которой вполне возможна кристаллизация из него части сахара. Таким образом, при переработке зрелой здоровой свеклы нег оснований опасаться сильного выщелачивания свековичной стружки в диффузионной батарее по вышеизложенным причинам. Если принять во внимание, что за последнее десятилетие перед мировой войной, благодаря успехам агрономии перерабатываемая свекла стала не только с большим содержанием сахара, но и с высшей доброкачественностью сока, то есть оснований уменьшить потери сахара в жоме и в диффузионной воде до более низкого предела, напр., до 0,3% в жоме и 0,1% в диффузионной воде.

§ 46. Такого же рода опыты были произведены Gröger'ом (34). Он отбирал пробы сока из разных диффузоров одной и той же диффузионной батареи, подвергал их дефекации, сатурации, фильтрации, при чем получил такие результаты (см. табл. XXIX):

Таблица XXIX.

№ диффузоров.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	Диф. вода.
Видим. доброк.	42,9	52,5	64,3	72,7	78,5	81,9	27,3
Истин. доброк.	66,7	75,0	81,8	84,8	88,4	89,1	54,5

Из этих данных очевидно, что доброкачественность сока последних диффузоров такова, что выделение из него части сахара кристаллизацией является возможным. Уместно заметить, что эти данные указывают на существование слишком большой разницы между видимой и истинной доброкачественностями одного и того же сока, что, конечно, может повлечь за собою неверный вывод, если руководствоваться величинами только видимой доброкачественности этого сока.

Тот же исследователь сгруппировал данные заводской лаборатории за 10 лет, начиная с 1891 по 1901 г.г. и относящиеся к трактуемому вопросу, причем получил такие результаты (см. табл. XXX):

Таблица XXX.

Годы.	Сахара % в свекле.	Доброк. норм. сока.	Доброк. диф. сока.	Доброк. утфеля.	Диф. сока % по в. свеклы.	Потеря сахара % в жоме.
1891	11,5	89,4	82,3	89,8	115	0,54
1892	12,0	81,1	83,1	90,2	117	0,50
1893	12,5	81,8	83,9	90,6	119	0,46
1894	13,0	82,4	84,7	91,0	121	0,43
1895	13,5	83,0	85,4	91,3	123	0,40
1896	14,0	83,6	86,0	91,6	124	0,37
1897	14,5	84,2	86,7	91,9	126	0,34
1898	15,0	84,6	87,4	92,2	127	0,32
1899	15,5	—	88,0	92,5	128	0,30
1900	16,0	—	88,5	92,8	129	0,28
1901	16,5	—	89,0	93,0	130	0,27

Из рассмотрения этих данных очевидно, что с увеличением содержания сахара в свекле повышается доброкачественность ее сока, а также доброкачественность получаемого из нее диффузионного сока, несмотря на увеличение потерь сахара в отбросах и увеличение количества откачиваемого диффузионного сока. Что касается доброкачественности получаемого утфеля, то таковая в меньшей мере зависит от доброкачественности диффузионного сока, но обуславливается в большей мере свойствами перерабатываемой свеклы. Последнее обстоятельство лишней раз подтверждает то, что опасаться малых потерь сахара в жоме и в диффузионной воде нет особых оснований, так как большая часть, несахаров свеклы, переходящих в последних диффузорах в сок, удаляется из такового при дефекации, сатурации, фильтрации и выпаривании, в результате чего исключается возможность отрицательного влияния их на успешность кристаллизации сахара из сиропа при варке из него утфеля.

Bohle (35) отбирал пробы сока из последнего диффузора, подвергал их очистке и выпариванию, причем получил такие результаты (см. табл. XXXI):

Таблица XXXI.

Норм. сок.	Диф. сок.	До очистки.			После очистки.				
		Добр.	Бр.	Сах.	Добр.	Бр.	Сах.	Зола.	Орг. не-сах.
88.9	88.2	0.75	0.305	40.5	90.86	70.4	10.73	9.14	77.5
		0.82	0.320	38.5	90.00	66.69	12.24	11.16	74.0

На основании результатов этих опытов возможно прийти к такому же выводу, как и на основании вышеописанных опытов.

Pellet (36) утверждает, что на основании многочисленных опытов, произведенных им на одном французском сахарном заводе, при самом тщательном контроле, не удалось констатировать какой-либо зависимости между степенью обессахаривания свекловичной стружки, с одной стороны, и доброкачественностью получаемых при этом диффузионных соков, с другой стороны, несмотря на то, что при всех прочих одинаковых условиях, потеря сахара в жоме колебалась от 0,25% до 0,75%. Тот же исследователь еще назад тому около 20 лет предложил производить обессахаривание свекловичной стружки в диффузионной батарее до 0,15%—0,20% сахара, причем не было замечено уменьшения доброкачественности диффузионного сока. Кроме того, тот же исследователь обращает внимание на то, что способ Стеффена извлечения сахара из свеклы представляет собою, в сущности говоря, горячую быструю диффузию с неполным обессахариванием свеклы и незначительной откачкой диффузионного сока, а потому можно было бы ожидать получения при этом способе диффузионного сока высокой доброкачественности; но этого в действительности не оказалось, как то подтверждается нижеприведенными опытными данными (см. табл. XXXII):

Таблица XXXII.

	Способ обычных диффузий.	Способ Стеффена.
Сахара в свекле % . . . . .	15.70	15.05
Продолжительность диффузии минут . . . . .	80	87
Потеря сахара в жоме % . . . . .	0.4	2.7
Откачка диффузионного сока в % по в. свеклы . . . . .	135	93
Доброкачественность сока . . . . .	83.0	83.1
Доброкачественность сиропа . . . . .	92.42	92.97

§ 47. Карлсон (37) по вопросу о пределах выщелачивания свекловичной стружки в диффузионной батарее высказывает следующее: неправильно стремиться к обессахариванию свекловичной стружки в диффузионной батарее, руководствуясь при этом только техническими средствами завода и не учитывая возможности получения таких сахарных продуктов, вовлечение которых в производство сможет нанести вред в отношении уменьшения выхода кристаллического сахара из свеклы и увеличения выхода мелассы, или что то же—увеличение потери сахара в ней. Критерием должен служить не состав означен-

ных продуктов в скрытом виде, а состав их в обработанном виде; напр., сок последних диффузоров, не как таковой, а после дефекации, сатурации, фильтрации и выпаривания. Качество такого рода соков, которые в дальнейшем входят, как составные части, не должно быть ниже качества меляссы. Отсюда следует, что доброкачественность меляссы служит указанием на наименьшую допустимую доброкачественность сока из последнего диффузора после очистки его, а вместе с этим и на предел выщелачивания свекловичной стружки в диффузионной батарее. Дальнейшее обессахаривание свекловичной стружки в диффузионной батарее повлечет за собою в конечном итоге потерю сахара, так как всякий сахарный продукт, доброкачественность которого ниже таковой меляссы, поступаая в круговорот производства, сравняется с нею, что произойдет благодаря насыщенности патокообразовательной способности несахаров излишне введенных с означенным продуктом за счет сахара того продукта, в который он поступит, и в результате чего уменьшится количество сахара, способного выкристаллизоваться, т. е. он в большем количестве перейдет в меляссу, а это равнозначно увеличению потери сахара. Итак, для правильного разрешения поставленного вопроса надлежит руководствоваться следующими.

Пределы рационального выщелачивания свекловичной стружки в диффузионной батарее зависят от состава и свойств последних порции диффузионных промоек, которые находятся в последнем диффузоре и поступают в следующий диффузор при наборе первого диффузора соком.

Существенно важным являются те свойства этих промоек, которые они сохраняют и после окончательной очистки их, т. е. свойства полученного из этих промоек сиропа.

Диффузионные промойки должны быть подвергнуты в лаборатории той очистке, каковой в заводе подвергается диффузионный сок, т. е. теми же реактивами, в тех же количествах и при тех же условиях.

Исследование сиропов, утфелей, полученных из диффузионных промоек, должно производиться теми же методами, которыми пользуются при исследовании заводских продуктов.

Специальным рядом опытов следует определить для каждого завода предел кристаллизации очищенных диффузионных промоек, т. е. доброкачественность неспособных уже к дальнейшей кристаллизации оттеков, получаемых от вполне выкристаллизовавшихся утфелей из очищенных диффузионных промоек.

Предел рационального выщелачивания свекловичной стружки в диффузионной батарее зависит от предела кристаллизации сиропа из очищенных диффузионных промоек, т. е. в диффузионной батарее возможно выщелачивать свекловичную стружку лишь до того предела, при котором сироп, полученный из очищенных диффузионных промоек, имеет доброкачественность несколько высшую, или, по крайней мере, равную той, которая соответствует пределу кристаллизации этого сиропа. Всякое дальнейшее выщелачивание свекловичной стружки в диффузионной батарее будет сопровождаться уменьшением выхода кристаллического сахара, а потому является непроизводительным.

При средних нормальных условиях предел кристаллизации сиропов, полученных из очищенных диффузионных промоек, будет весьма близок, или немного выше доброкачественности меляссы, на том же заводе.

В частном случае, при переработке свеклы, содержащей около 15% сахара и имеющей нормальный сок доброкачественностью около 82, сироп, полученный из диффузионных промоек, при потере сахара в жоме и в диффузионной воде в общем 0,5% по в. свеклы, обладает доброкачественностью около 60, т. е. еле проявляет способность к кристаллизации сахара. Таким образом, в большинстве случаев сироп, полученный из очищенных диффузионных промоек, представляет собою меляссу, что подтверждается сравнительными результатами анализов их. Если очищенный диффузионный промой будет вовлечен в круговорот производства, то он вызовет излишние затраты и может обусловить ненормальности в работе завода.

Отсюда вытекает, как следствие, что целесообразнее не вводить в круговорот производства означенные диффузионные промой, т. е. удалить их вместе с жомом, хотя бы при этом содержание сахара в последнем оказалось больше, чем это общепринято, напр., более 0,5%.

В подтверждение правильности высказанного мнения Карлсон произвел ряд опытов: Он отбирал пробы сока из последнего диффузора и подвергал их дефекации, сатурации, фильтрации и выпариванию, причем получил такие результаты (см. табл. XXXIII):

Таблица XXXIII.

Дата опытов.	Свекла.		Потери сахара на диффузии, %	Доброкач. сыпч. пром.	
	Сах. % в соке.	Добр. сока.		Видимая.	Истинная.
1892—1893 . . .	14,50	79,61	0,59	52,8	56,9
1893—1894 . . .	14,47	80,66	0,55	54,6	58,2
1894—1895 . . .	12,99	79,88	0,50	54,8	58,3
1895—1896 . . .	18,40	85,03	0,53	58,2	61,2
1896—1897 . . .	15,96	84,31	0,54	61,7	64,3
1897—1898 . . .	17,30	82,21	0,52	63,8	66,2
	19,35	85,60	0,60	70,6	72,8
	16,80	83,20	0,57	63,9	67,6
	15,81	82,50	0,48	55,7	59,1
	17,40	85,20	0,56	69,9	72,0
1897—1898 . . .	17,75	82,90	0,76	81,2	82,6
	16,55	82,50	0,49	62,8	65,3
	16,67	83,80	0,62	71,0	73,1
	17,08	84,10	0,48	61,2	63,8
	17,55	84,00	0,47	63,4	65,9
	16,84	83,30	0,40	61,1	63,7

Из этих данных явствует, что при переработке свеклы более или менее одинакового качества, доброкачественность сока из последнего диффузора понижается с уменьшением потери сахара в отбросах и, наоборот, в частном случае, при переработке свеклы, имеющей доброкачественность нормального сока около 82, и при потере сахара в отбросах 0,4% по в. свеклы, получается диффузионный промой, который после очистки дает сироп, имеющий доброкачественность несколько высшую, чем таковая мелясы. Таким образом, уменьшение потерь сахара в отбросах против указанного предела повлечет за собой получение диффузионного промоя, который после очищения даст сироп, несомненно, более низкой доброкачественности, чем указанная, т. е. неспособный кристаллизоваться, а потому вовлечение его в круговорот производства будет сопряжено с потерей сахара в меляссе и с излишними затратами на топливо и проч.

§ 48. Много вероятного, пределы выщелачивания свекловичной стружки в диффузионной батарее зависят от качества перерабатываемой свеклы, а потому представляется важным повторить вышеописанные опыты, в случае переработки высококачественной свеклы, что и было выполнено Овсянниковым (38), причем получились такие результаты (см. табл. XXXIV):

Таблица XXXIV.

Нормальный сок.			Диффузионный сок.			Диффуз. промой неочищ.			Диф. промой очищ.			Потери сах. %	
Бр.	Сах.	Добр.	Бр.	Сах.	Добр.	Бр.	Сах.	Добр.	Бр.	Сах.	Добр.	Жом.	Вода.
22.7	20.00	83.5	18.3	16.22	88.6	0.6	0.26	43.3	0.4	0.25	57.5	0.57	0.17
22.8	19.97	87.6	18.3	16.25	88.8	0.5	0.21	42.0	0.3	0.18	60.0	0.49	0.11
22.3	19.70	88.4	18.3	16.30	89.0	0.6	0.23	39.0	0.4	0.21	52.2	0.42	0.11
21.3	18.67	87.6	18.1	16.15	89.2	0.5	0.18	36.4	0.3	0.15	50.0	0.46	0.14
22.0	19.17	87.1	18.3	16.29	88.9	0.5	0.24	46.8	0.3	0.18	60.0	0.40	0.09

Из этих данных очевидно, что при переработке высококачественной свеклы сок из последнего диффузора обладает очень низкой доброкачественностью, каковая значительно повышается после очистки этого сока, но не всегда достигает того предела, при котором возможна кристаллизация сахара. Что касается прямой зависимости между доброкачественностью сока из последнего диффузора и потерей сахара в жоме и в диффузионной воде, то таковая из результатов этих опытов не замечается. К сожалению, пробы сока из последних диффузоров после очистки не были выпарены до густоты сиропа, благодаря чему нельзя окончательно судить ни об их доброкачественности, ни об их способности кристаллизоваться.

§ 49. Резюмируя все вышеизложенное по вопросу о пределах обессахаривания свекловичной стружки в диффузионной батарее, нельзя признать, что этот вопрос решен окончательно. Во всяком случае, ни чрезмерно малые потери сахара в жоме и в диффузионной воде, ни чрезмерно большие потери сахара в них, не могут быть рекомендуемы во всех случаях, так как в итоге это не всегда обуславливает полный выход сахара из свеклы и малые затраты по производству; но при переработке нормальной свеклы потери сахара в жоме и в диффузионной воде могут быть меньше, чем при переработке ненормальной свеклы.

Для окончательного решения этого вопроса необходима постановка целого ряда опытов, как на опытной станции, так и на заводе.

§ 50. При рассмотрении вопроса о пределах выщелачивания свекловичной стружки в диффузионной батарее не следует упускать из вида, что она неодинаково обессахаривается в различных местах диффузора. Оказывается, что содержание сахара в жоме возрастает сверху вниз диффузора, благодаря направлению в нем потока воды сверху вниз, а вместе с этим большей разнице концентраций сока, содержащегося внутри клеток свекловичной стружки и сока, окружающего последнюю, вверх диффузора, чем внутри его. Если внизу диффузора, имеется коническое сито, как это бывает при нижней центральной выгрузке, из него жом, то обессахаривание свекловичной стружки в середине конической части диффузора получается менее полное, потому что сок стремится проникнуть в большей мере

через боковое коническое сито, а не нижнее центральное. Кроме того, в углах, образуемых в местах сопряжения цилиндрической части диффузора с верхней конической частью его, происходит также менее полное обессахаривание свекловичной стружки. Если при нагрузке диффузора свекловичной стружкой последняя будет утрамбовываться, то следствием этого может быть жом с неодинаковым содержанием сахара в различных местах диффузора. Эта разница содержания сахара в жоме в зависимости от места нахождения его в диффузоре становится менее заметной в случае более полного обессахаривания свекловичной стружки и наоборот. Указанное обстоятельство надлежит учитывать, как подтверждающее целесообразность более сильного выщелачивания жома. Из вышесказанного вытекает, как следствие, что отбор проб жома, с целью определения содержания в них сахара, должен быть произведен так, чтобы эти пробы действительно были средними.

§ 51. Для суждения в общих чертах о процессах, происходящих в диффузионной батарее при обессахаривании свекловичной стружки и получении диффузионного сока, возможно руководствоваться данными анализов средних проб перерабатываемой свеклы, получаемого диффузионного сока и отбросов, т. е. жома и диффузионной воды. Напр., в частном случае, означенные данные, полученные за смену (12 ч.) на одном русском сахарном заводе, были таковы (см. табл. XXXV):

Таблица XXXV.

№ пробы.	Свекла.		Нормальный сок.			Диффузионный сок.			
	Сах. %.	Бр.	Сах.	Не-сах.	Добр.	Бр.	Сах.	Не-сах.	Добр.
I	19,6	25,1	21,80	3,30	87,2	18,1	16,02	2,08	88,5
II	19,6	23,8	20,51	3,29	86,3	19,3	16,98	2,32	87,9
III	20,4	26,7	23,00	3,70	86,1	18,7	16,52	2,18	88,3
IV	20,0	27,3	23,09	4,21	84,7	18,1	15,94	2,16	88,0
Среднее .	19,9	25,7	22,13	3,57	86,1	18,5	16,34	2,16	88,3

Сахара: в жоме = 0,40% и в диффузионной воде = 0,15%.

Количества: диффузионного сока = 110%, жома = 95%, диффузионной воды = 125% по в. свеклы.

Если учесть, что общая потеря сахара в отбросах была  $\frac{95 \times 0,40}{100} + \frac{125 \times 0,15}{100} = 0,57\%$  по в. свеклы, то в диффузионный сок перешло

из свеклы:  $19,9 - 0,57 = 19,33\%$  сахара, что составляет по в. сахара

свекле:  $\frac{19,33 \times 100}{19,9} = 98\%$ .

Что касается растворимых несахаров, содержащихся в соке свеклы то при соковом коэффициенте 92, содержание их будет  $\frac{3,57 \times 92}{100} = 3,27\%$

по в. свеклы, и, если бы они сплошь перешли в диффузионный сок, то содержание их в последнем было бы:  $\frac{3,27 \times 100}{110} = 2,97\%$  по в. сока,

а потому в диффузионный сок перешло из свеклы растворимых несахаров по в. их в свекле  $\frac{2,16 \times 100}{2,97} = 72,5\%$ .

На основании этих данных приходим к заключению, что при современном диффузионном способе извлечения сахара из свеклы таковой переходит в диффузионный сок в количестве почти 100%, и растворимые несахара в количестве почти 75%.

§ 52. Много вероятного, некоторые из несахаров свеклы, заключающиеся в последнем в растворенном виде, диффундируют через стенки свекловичных клеток в условиях работы диффузионной батареи, медленнее, чем сахар, в результате чего доброкачественность диффузионного сока, получаемого при переработке здоровой свеклы, должна быть выше доброкачественности нормального сока. В подтверждение правильности вышеизложенного мнения возможно привести средние результаты анализов свеклы, нормального сока и диффузионного сока, полученные Овсянниковым (39) на Мироновском сахарном заводе в период нескольких кампаний (см. табл. XXXVI):

Таблица XXXVI.

Дата.	Свекла. Сах. %	Нормальный сок.			Диффузион. сок.			Потери сах. %	
		Бр.	Сах.	Добр.	Бр.	Сах.	Добр.	Жом.	Диф. вода.
1910—11 г.	16.10	20.7	17.45	84.3	16.1	14.10	87.6	0.35	0.12
1911—12 „	15.85	20.5	17.43	84.9	16.1	14.26	88.5	0.34	0.10
1912—13 „	14.38	18.6	15.90	85.5	15.5	13.44	86.7	0.37	0.14
1913—14 „	15.04	19.6	16.54	84.3	14.6	12.72	87.1	0.34	0.14
1914—15 „	16.50	21.5	18.17	84.5	16.8	14.63	87.1	0.38	0.14

В подтверждение правильности того же мнения уместно привести также средние данные результатов анализов свеклы нормального сока и диффузионного сока, полученные на девяти сахарных заводах фирмы Харитоненко за период одной кампании (см. табл. XXXVII):

Таблица XXXVII.

Наименование завода.	Свекла сахара %	Нормальн. сок.			Диффузион. сок.			Потери сахара %.	Продолж. производ-ства суток.
		Бр.	Сах.	Добр.	Бр.	Сах.	Добр.		
Верныйский . . .	18,10	22,76	19,68	86,40	17,83	15,76	88,28	0,584	80
Угродский . . .	19,42	24,10	21,15	87,74	19,13	17,26	90,03	0,650	95
Краснояржеский	19,44	24,50	21,51	87,80	17,24	15,48	89,80	0,608	70
Пархомовский . .	19,31	23,80	20,59	86,50	18,80	16,69	88,70	0,510	69
Натальевский . .	19,13	24,09	21,19	87,63	17,96	15,83	88,14	0,540	63
Янковский . . .	18,89	24,50	21,07	86,09	17,80	15,69	88,10	0,575	75
Еленовский . . .	18,69	22,57	19,59	87,04	18,50	16,53	89,40	0,568	106
Степановский . .	19,25	24,20	21,08	87,10	18,90	16,77	88,70	0,580	79
Циглеровский . .	17,20	22,31	18,72	83,91	18,31	15,80	86,29	0,566	88

ПРИМЕЧАНИЕ. Указанные сахарные заводы находятся в 4-х губерниях (Харьковской, Курской, Черниговской и Полтавской).

§ 53. Для подробного ознакомления с физико-химическими процессами, происходящими в диффузионной батарее при извлечении сахара из свеклы, надлежит знать распределение сахара и несахаров, содержащихся в свекловичной стружке, между диффузионным соком, жомом, диффузионною водою, с каковою целью Andriik (40) произвел ряд опытных наблюдений на нескольких чешских сахарных заводах, причем получил результаты, сгруппированные в ряде таблиц (см. табл. XXXVIII—XLIII):

Опыт I.  
Сахарный завод А.

Диффузионная батарея состояла из 15-ти диффузоров по 50 гектолитров. В 24 часа делали 223 диффузора. 7 диффузоров нагревались от 75°C до 78°C. Откачка диффузионного сока 109<sup>0</sup>/<sub>100</sub> по в. свеклы.

Таблица XXXVIII.

В 100 в. ч.	Стружка.		Диффузион. сок.	Диффузион. вода.	Перешло <sup>0</sup> / <sub>100</sub> .		Осталось <sup>0</sup> / <sub>100</sub> в жоме.	Сумма.
	Свежая	Высоложен.			В диф. сок.	В диф. воду.		
Сух. вещества . . . . .	25.45	7.30	17.20	0,163	73.7	0.8	25.8	100.3
Сахар . . . . .	16.60	0,21	14.90	0,080	97,8	0.6	1.2	99.6
Сыр. зола . . . . .	0.800	0,275	0.463	0,022	63,1	3.6	30,9	97.6
Чистая зола . . . . .	0.634	0,184	0.408	0,017	70,8	3.4	26,1	100.3
Общий азот . . . . .	0.257	0,110	0.139	0,0023	58,9	1.2	38,5	98.6
Белковый азот . . . . .	0,113	0,101	0,021	0,0014	20,3	1,7	80,4	102,4
Инвертн. сахар . . . . .	0,110	—	0,170	—	16,8	—	—	168
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,292	0,050	0,216	0,0102	80,4	4,5	15,4	100,3
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,047	0,009	0,034	0,0018	73,6	4,8	17,2	100,6
CaO . . . . .	0,042	0,016	0,005	0,0004	11,9	1,1	98,5	111,5
MgO . . . . .	0,074	0,026	0,046	0,0004	67,7	0,7	31,6	100,0
(Al, Fe) <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,030	0,019	0,0037	0,0008	13,4	3,8	55,5	72,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,094	0,017	0,071	0,0008	82,3	0,8	16,3	99,4
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,033	0,012	0,020	0,0026	66,0	10,8	32,7	109,5
Cl . . . . .	0,014	0,003	0,0126	—	96,4	—	15,8	112,2
Нерастворим . . . . .	0,098	0,052	0,007	0,0016	7,7	1,4	47,1	55,2

Примечание. Вода, применяемая на диффузии, содержала органические вещества, благодаря чему получается известн. серной кисл. и хлора в сумме более 100<sup>0</sup>/<sub>100</sub>.

Опыт II.  
Сахарный завод А.

Диффузионная батарея состояла из 15-ти диффузоров по 50 гектолитров. В 24 часа делала 208 диффузоров. Нагрев такой же, как и в предыдущем опыте. Откачка диффузионного сока 111<sup>0</sup>/<sub>100</sub> по в. свеклы. Свекла была примерзшая.

Таблица XXXIX.

В 100 в. ч.	Стружка.		Диффузионный сок.	Диффузионная вода.	Перешло <sup>0</sup> / <sub>100</sub> .		Осталось <sup>0</sup> / <sub>100</sub> в жоме.	Сумма.
	Свежая.	Высоложенная.			В диф. сок.	В диф. воду.		
Сух. вещества . . . . .	25,25	7,20	17,25	0,163	75,8	0,8	25,6	102,2
Сахар . . . . .	16,90	0,22	14,92	0,080	98,0	0,6	1,2	99,8
Сыр. зола . . . . .	0,806	0,277	0,468	0,022	64,4	3,5	30,9	98,8
Чистая зола . . . . .	0,631	0,185	0,406	0,017	71,4	3,4	26,4	101,2
Общий азот . . . . .	0,252	0,108	0,135	0,0023	59,4	1,2	38,6	99,2
Белков. азот . . . . .	0,112	0,100	0,022	0,0014	21,7	1,8	80,0	103,5
Инвертн. сахар . . . . .	0,120	—	0,175	—	—	—	—	162
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,297	0,056	0,211	0,0102	80,2	4,4	16,9	101,5
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,043	0,009	0,031	0,0017	80,0	4,0	18,7	102,7
CaO . . . . .	0,046	0,028	0,005	0,0004	11,3	1,1	103,7	115,0
MgO . . . . .	0,075	0,053	0,046	0,0004	68,1	0,5	33,6	101,2
(Al, Fe) <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,026	0,019	0,009	0,0009	39,2	4,5	65,7	109,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,093	0,017	0,072	0,0066	85,9	0,8	16,4	103,1
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,038	0,020	0,021	0,0026	61,3	8,9	47,3	117,5
Cl . . . . .	0,013	0,003	0,0115	—	96,2	—	20,4	116,6
Нерастворим . . . . .	0,099	0,068	0,004	0,0016	4,4	2,0	68,6	74,0

Примечание то же, что и к результатам I-го опыта.

*Опыт III.*

Сахарный завод В.

Диффузионная батарея состояла из 15 диффузоров по 39,86 гектолитров каждый. В 24 часа делали 266 диффузоров, 7 диффузоров нагревалось до 70°—75° С. Откачка диффузионного сока 117,3% по в. свеклы.

*Таблица XL.*

В 100 в. ч.	Стружка.		Диффу- зионный сок.	Диффу- зионная вода.	Перешло °.		Оста- лось в жоме.	Сум- ма.
	Свежая.	Высоло- женная.			В диф.	В диф.		
Сух. вещества . . . . .	23.36	7.44	14.65	0.15	70.8	0.6	28.7	100.1
Сахар . . . . .	15.88	0.38	13.15	0.08	97.1	0.7	2.1	99.9
Сыр. зола . . . . .	0.919	0.419	0.330	0.023	40.8	3.3	41.3	85.4
Чист. зола . . . . .	0.581	0.241	0.291	—	58.7	—	41.4	100.1
Общ. азот . . . . .	0.210	0.104	0.095	0.002	53.0	1.2	44.6	98.8
Белков. азот . . . . .	0.110	0.098	0.014	0.0018	16.4	1.6	80.0	98.0
Инвертн. сахар . . . . .	0.156	—	0.132	—	—	—	—	98.9
K <sub>2</sub> O . . . . .	0.228	0.044	0.144	—	76.0	—	20.9	96.9
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0.046	0.021	0.022	—	56.1	—	41.1	97.2
CaO . . . . .	0.064	0.055	0.056	—	19.3	—	119.5	129.8
MgO . . . . .	0.065	0.029	0.034	—	62.1	—	40.1	102.1
(Al, Fe) <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.054	0.027	0.056	—	12.1	—	45.0	57.1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.084	0.016	0.0557	—	79.2	—	17.1	96.3
SO <sub>2</sub> . . . . .	0.033	0.018	0.018	—	63.9	—	40.9	104.8
Cl . . . . .	0.008	0.006	0.016	—	88.0	—	33.7	121.7
Нерастворим. . . . .	0.314	0.009	0.009	—	3.0	—	38.7	41.7

Примечание то же, что и к результатам I-го опыта.

*Опыт IV.*

Сахарный завод В.

Диффузионная батарея состояла из 15 диффузоров по 39,86 гектолитров. В 24 часа делали 266 диффузоров, 9 диффузоров нагревались от 70° до 86° С. Откачка диффузионного сока 113,1% по в. свеклы.

*Таблица XLI.*

В 100 в. ч.	Стружка.		Диффу- зионный сок.	Диффу- зионная вода.	Перешло °.		Оста- лось в жоме.	Сум- ма.
	Свежая.	Высоло- женная.			В диф.	В диф.		
Сух. вещества . . . . .	24.40	6.58	16.10	0.17	74.6	0.9	25.6	107.1
Сахар . . . . .	16.80	0.30	14.50	0.08	97.6	0.6	1.6	99.8
Сыр. зола . . . . .	0.813	0.345	0.350	0.023	48.7	3.6	38.2	90.5
Чист. зола . . . . .	0.562	0.212	0.313	—	62.9	—	35.8	98.7
Общ. азот . . . . .	0.199	0.100	0.091	0.002	51.7	—	47.7	99.4
Белков. азот . . . . .	0.107	0.096	0.012	—	15.2	—	83.9	99.1
Инвертн. сахар . . . . .	0.160	—	0.139	—	98.0	—	—	—
K <sub>2</sub> O . . . . .	0.213	0.036	0.159	—	82.5	—	15.2	97.7
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0.044	0.018	0.021	—	55.0	—	38.8	93.8
CaO . . . . .	0.065	0.085	0.068	—	13.7	—	124.1	157.8
MgO . . . . .	0.066	0.031	0.035	—	60.0	—	44.5	104.5
(Al, Fe) <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.049	0.016	0.005	—	11.9	—	29.2	41.1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.085	0.015	0.062	—	82.3	—	16.7	99.0
SO <sub>2</sub> . . . . .	0.027	0.011	0.017	—	71.1	—	38.4	109.5
Cl . . . . .	0.008	0.002	0.0065	—	92.0	—	22.0	114.0
Нераствор. . . . .	0.241	0.120	0.006	—	2.8	—	47.3	50.1

Примечание то же, что и к результатам I-го опыта.

Опыт V.

Сахарный завод С.

Диффузионная батарея состояла из 15 диффузоров по 50 гектолитров каждый. 2 диффузора нагревались до 80° С. Откачка диффузионного сока 114% по в. свеклы.

Таблица XLII.

В 100 в. ч.	Стружка.		Диффу- зионный сок.	Диффу- зионная вода.	Перешло %.		Оста- лось % в жоме.	Сум- ма.
	Свежая.	Высоло- женная.			В диф. сок.	В диф. воду.		
Сух. вещества . . .	22,80	6,67	14,5	0,20	72,5	1,1	27,7	101,3
Сахар . . . . .	14,59	0,55	12,13	0,100	96,0	0,9	3,4	100,0
Сыр. зола . . . . .	0,784	0,263	0,450	0,025	65,4	4,0	31,8	101,2
Чист. зола . . . . .	0,636	0,196	0,379	—	67,9	—	29,1	97,0
Общ. азот . . . . .	0,266	0,107	0,176	—	65,5	—	33,2	98,7
Белков. азот . . . . .	0,120	0,099	0,023	—	21,9	—	78,3	100,2
Инвертн. сахар . . . . .	0,116	—	0,140	—	137,3	—	—	137,2
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,242	0,033	0,176	—	82,8	—	17,0	99,8
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,076	0,022	0,054	—	80,9	—	27,5	103,1
CaO . . . . .	0,054	0,064	0,036	—	12,6	—	112,6	125,2
MgO . . . . .	0,094	0,032	0,054	—	65,5	—	29,1	94,6
(Al, Fe) <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,036	0,011	0,010	—	30,0	—	29,0	59,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,042	0,012	0,027	—	73,3	—	27,1	100,4
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,034	0,017	0,022	—	73,5	—	36,7	100,2
Cl . . . . .	0,038	0,005	0,030	—	90,0	—	12,5	102,5
Нераствор. . . . .	0,037	0,019	0,005	—	1,6	—	48,6	50,2

Примечание то же, что и к результатам I-го опыта.

Опыт VI.

Сахарный завод С.

Диффузионная батарея состояла из 15 диффузоров по 45,5 гектолитров. В 24 часа делали 210 диффузоров. 7 диффузоров нагревались до температуры 76°—75° С. Откачка диффузионного сока 115,8% по в. свеклы.

Таблица XLIII.

В 100 в. ч.	Стружка.		Диффу- зионный сок.	Диффу- зионная вода.	Перешло %.		Оста- лось % в жоме.	Сум- ма.
	Свежая.	Высоло- женная.			В диф. сок.	В диф. воду.		
Сух. вещества . . .	25,02	6,82	16,11	0,12	74,5	0,6	26,2	101,3
Сахар . . . . .	17,20	0,300	14,51	0,06	97,6	0,5	1,5	99,6
Сыр. зола . . . . .	0,746	0,341	0,375	0,0227	58,2	3,9	43,3	105,4
Чистая зола . . . . .	0,557	0,213	0,320	0,0175	66,2	4,2	36,3	106,7
Общ. азот . . . . .	0,186	0,101	0,074	0,0023	46,1	1,6	51,1	98,8
Белков. азот . . . . .	0,109	0,097	0,014	0,0017	16,1	2,1	84,4	102,6
Инвертн. сахар . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,254	0,046	0,171	0,0100	77,9	3,9	16,8	98,6
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,043	0,014	0,021	0,0022	59,2	6,6	30,9	96,7
CaO . . . . .	0,060	0,070	0,003	0,0020	5,8	4,3	114,1	124,2
MgO . . . . .	0,063	0,029	0,035	0,0002	64,3	0,4	43,6	103,3
(Al, Fe) <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,030	0,024	0,007	0,0004	27,0	3,5	76,0	106,5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,084	0,012	0,058	0,0011	80,1	1,6	17,4	99,1
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,027	0,011	0,018	0,002	77,3	9,6	32,5	118,4
Cl . . . . .	0,011	0,004	0,008	—	84,4	—	34,5	118,9
Нерастворим. . . . .	0,125	0,079	0,005	0,0017	4,6	1,7	60,0	66,3

Примечание то же, что и к результатам I-го опыта.

§ 54. На основании данных вышеописанных опытов, возможно судить о движении в диффузионной батарее золы свеклы (см. XLIV):

Таблица XLIV.

№ опыта.	Свекловичная стружка содержала ‰		В диффузионный сок перешло ‰	
	Сырой золы.	Чистой золы.	Сырой золы.	Чистой золы.
I	0.800	0.634	63.1	70.8
II	0.806	0.631	64.4	71.4
III	0.919	0.419	40.8	58.7
IV	0.813	0.345	48.7	62.9
V	0.784	0.636	65.4	67.9
VI	0.746	0.537	58.2	66.2

Содержание золы в свекловичной стружке в значительной мере зависит от того, насколько свекловичные корни были хорошо вымыты в моечном аппарате от приставшей к ним при копке земля. Свекловичная стружка, находящаяся в диффузорах, хотя играет роль фильтрующего материала, но часть этой земли может попасть в получаемый диффузионный сок. В нормальных условиях количество сырой золы, переходящей из свеклы в диффузионный сок, колеблется около 65‰.

Разумеется, количество золы, переходящей из свеклы в диффузионный сок, зависит от состава свеклы, от температуры нагрева сока в калоризаторах и от величины откачки диффузионного сока. При „горячей“ диффузии, как, напр., в опыте IV-м, количество чистой золы, перешедшей из свеклы в диффузионный сок, было 62,9‰, а при „холодной“ диффузии, как, напр., в опыте III-м, количество чистой золы, перешедшей из свеклы в диффузионный сок, было 58,7‰. Такое же влияние оказывает в данном случае количество откачиваемого диффузионного сока; напр., при откачке 117‰, как в опыте III-м, количество золы, перешедшей из свеклы в диффузионный сок, было больше, чем при откачке в 113‰, как в опыте IV-м.

В нормальных условиях количество чистой золы, переходящей из свеклы в диффузионный сок, колеблется около 70‰.

§ 55. Не все части золы свеклы имеют одинаковое значение в условиях производства, так как одни из них удаляются из диффузионного сока при современном способе очистки его, а другие остаются в очищенном соке и, в конце концов, сосредотачиваются в мякоте, где задерживают кристаллизацию сахара; эта последняя составная часть золы именуется „вредной золой“. К вредной золе относятся щелочи, серная кислота и хлор. На основании данных вышеприведенных опытов содержание вредной золы в свекле было таково (см. табл. XLV):

Таблица XLV.

№ опыта.	Вредной золы ‰	Вредной золы в ‰ чистой золы.	Вредной золы в ‰ сырой золы.
I	0.386	60.9	43.2
II	0.391	61.6	43.5
III	0.315	54.2	34.2
IV	0.297	52.8	36.5
V	0.400	62.9	51.0
VI	0.335	61.8	44.9

Отсюда видно, что количество вредной золы в свекле составляет от 52,8% до 62,9% чистой золы в ней и от 34,2% до 51,0% сырой золы в ней.

Что касается количества вредной золы, переходящей из свеклы в диффузионный сок, то на основании данных вышеприведенных опытов, они будут таковы (см. табл. XLVI):

Таблица XLVI.

№ опыта.	Сырой.	Чистой.	Вредной.	Вредной золы %.		
				Сырой.	Чистой.	Вредной.
	Золы в диффузион. соке %.			Золы в диф. соке.		Золы в свекле.
I	0,463	0,408	0,283	61,1	69,3	79,9
II	0,468	0,406	0,275	58,8	67,7	78,8
III	0,330	0,291	0,190	57,9	65,3	70,9
IV	0,350	0,313	0,204	58,3	65,2	77,7
V	0,450	0,379	0,282	62,7	74,4	80,3
VI	0,375	0,310	0,218	58,1	70,3	75,3

Из этих данных видно, что 71%—80% вредной золы из свеклы переходит в диффузионный сок: при нормальной диффузии от 75% до 80, при „горячей“ диффузии от 77,7% до 80,3%; такое же влияние, как и нагрев сока в калоризаторах, оказывает величина откачки диффузионного сока, что явствует из сравнения данных опытов III-го и IV-го.

§ 56. Различные составные части золы свеклы переходят в разных количествах из свеклы в диффузионный сок, как то видно из результатов вышеприведенных опытов (см. табл. XLVII):

Таблица XLVII.

	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl
Maximum . . . .	82,8	80,9	13,7	68,1	39,2	85,9	77,3	92,0
Minimum . . . .	76,0	78,6	5,8	60,0	11,9	73,3	61,3	84,4

Из составных частей золы в наименьших количествах переходят из свеклы в диффузионный сок окись кальция, окиси железа и алюминия, так как они находятся в соке свеклы в виде трудно растворимых солей органических кислот; в наибольших количествах переходят из свеклы в диффузионный сок калий, натрий, фосфорная кислота и хлор. Разница между максимальными и минимальными количествами составных частей золы, переходящих из свеклы в диффузионный сок, может быть объяснена качествами перерабатываемой свеклы, условиями работы на диффузионной батарее и составом воды, применяемой на диффузионной батарее.

§ 57. Количество азотистых веществ, содержащихся в свекле, а вместе с этим переходящих в диффузионный сок, подвержено большим колебаниям в зависимости от качества свеклы, причем замечено, чем больше в свекле содержится азотистых веществ, тем больше переходит их в диффузионный сок и притом не только абсолютно, но и относительно. На основании многих результатов

анализов свеклы было установлено, что с возрастанием содержания в свекле общего азота в ней убывает содержание белкового азота, как это и подтверждается результатами вышеприведенных анализов (см. табл. XLVIII):

Таблица XLVIII.

№ опыта.	Азота в свекле.		Белкового азота в % общ. азота.	Перешло общ. азота % в диф. сок.	Перешло белк. азота % в диф. сок.
	Общего %	Белкового %			
VI	0,186	0,109	58,6	48,4	16,1
IV	0,199	0,107	53,7	51,7	15,2
III	0,210	0,110	52,4	53,0	16,4
II	0,252	0,112	44,4	59,4	21,7
I	0,257	0,113	43,9	63,1	20,3
V	0,306	0,120	39,2	65,6	21,9

Из этих данных видно, что с увеличением содержания в свекле белкового азота уменьшается количество общего азота, переходящего из свеклы в диффузионный сок. Объясняется это тем, что белковые вещества, как коллоиды, обладают относительно малой диффундирующей способностью, благодаря чему большая часть их остается в жоме, а именно 80%—85% белкового азота. Уместно заметить, что в незрелой свекле содержится относительно много белковых веществ, способных переходить почти сполна из свеклы в диффузионный сок, чем возможно объяснить отчасти те ненормальные явления, которые происходят на разных станциях завода, при переработке незрелой свеклы. Для суждения о способности азотистых веществ небелкового характера переходить в условиях работы диффузионной батареи из свеклы в диффузионный сок, возможно привести таковые результаты из вышеприведенных опытов (см. табл. XLIX):

Таблица XLIX.

Небелкового азота в свекле %	Небелкового азота в диф. соке %	Перешло небелкового азота в диф. сок %
0,077	0,069	89,6
0,090	0,089	98,0
0,100	0,095	95,0
0,140	0,125	89,3
0,144	0,128	88,9
0,186	0,174	93,0

§ 58. Из общего количества азотистых веществ, содержащихся в свекле, наибольшее значение имеют те из них, которые в условиях современного способа очистки диффузионного сока не удаляются из него, а остаются в очищенном соке и в конечном результате сосредотачиваются в меляссе, где препятствуют кристаллизации сахара. На основании вышесказанного, азот, входящий в состав означенных азотистых веществ, именуется „вредным“. Содержание „вредного“ азота в свекле подвержено большим колебаниям в зависимости от качества свеклы, обусловливаемого влиянием целого ряда факторов: почвой, удобрением, погодой и проч. На основании многих результатов анализов свеклы было установлено, что с возрастанием содержания в свекле общего азота в ней возрастает содержание вредного

азота, который в значительной мере переходит из свеклы в диффузионный сок, как то подтверждается результатами вышеприведенных опытов (см. таб. I):

Таблица I.

№ опыта.	Вредного азота.		Перешло вредного азота в диф. сок $\frac{0}{10}$
	В свекле %	В диф. соке %	
I	0.114	0.092	87.9
II	0.112	0.090	89.2
III	0.088	0.067	89.3
IV	0.082	0.069	95.1
V	0.141	0.113	91.3
VI	0.070	0.053	87.7

Из этих данных видно, что вредный азот переходит в диффузионный сок в количестве от 87,7 до 95,1%.

§ 59. На основании вышеприведенных результатов опытов возможно придти к выводу, что состав получаемого диффузионного сока зависит от качества перерабатываемой свеклы и от условий работы на диффузионной батарее. Несомненно, чем больше будет содержаться в свекле вредной золы и вредного азота, тем больше таковых перейдет в диффузионный сок и тем меньше сахара выкристаллизуется при варке сиропа и тем больше его останется в меляссе. Для суждения о качестве получаемого диффузионного сока надлежит знать количество вредной золы и вредного азота на 100 в. ч. сахара в нем, и, конечно, тот диффузионный сок будет худшего качества, в котором это количество будет больше, и наоборот. Если учесть в указанном отношении вышеприведенные результаты опытов, то получим (см. табл. II):

Таблица II.

№ опыта.	Вредной золы в диффузион. соке на 100 в. ч. сахара.	Вредного азота в диффузион. соке на 100 в. ч. сахара.
I	1,89	0,62
II	1,84	0,60
III	1,44	0,50
IV	1,41	0,48
V	2,32	0,93
VI	1,50	0,37

Из этих данных видно, что диффузионный сок был худшего качества в опыте V-м.

§ 60. На основании результатов вышеприведенных опытов приходим к нижеследующему выводу о движении сахара и несахаров свеклы в диффузионной батарее при извлечении сахара из свеклы.

Из 100 в. ч. сахара в свекле переходит в диффузионный сок от 96 в. ч. до 98 в. ч. в зависимости от условий работы на диффузионной батарее. При „горячей“ диффузии сахар извлекается из свеклы более полно, чем при „холодной“. Температура нагрева сока в калоризаторах влияет больше на полноту извлечения сахара из свеклы, чем величина откачки диффузионного сока.

Из 100 в. ч. чистой золы в свекле переходит в диффузионный сок от 66 в. ч. до 71 в. ч. в зависимости от условий работы на диффузионной батарее. Чистой золы извлекается из свеклы 62,9 в. ч. при „горячей“ диффузии и 58,7 в. ч. при „холодной“ диффузии. Из 100 в. ч. „вредной“ золы, которая составляет 52,8—62,9%, чистой золы, переходит в диффузионный сок от 70,9 в. ч. до 80,3 в. ч. и обычно от 75,3 в. ч. до 79,9 в. ч., и при „горячей“ диффузии больше (77,7 в. ч.), чем при „холодной“ диффузии (70,7 в. ч.).

Из составных частей золы из свеклы переходит в диффузионный сок сравнительно в малых количествах окись кальция (6 в. ч.—14 в. ч.) и окиси железа и алюминия (12,6 в. ч.—39,2 в. ч.). Предполагают, что означенные окиси содержатся в соке свеклы в виде нерастворимых или трудно растворимых солей различных кислот. Значительно большее количество переходит из свеклы в диффузионный сок окиси магния (60 в. ч.—68 в. ч.). Весьма большие количества переходят из свеклы в диффузионный сок: калий (76 в. ч.—83 в. ч.), натрий (78 в. ч.—81 в. ч.), фосфорная кислота (73 в. ч.—86 в. ч.), серная кисл. (66 в. ч.—77 в. ч.), хлор (84 в. ч.—92 в. ч.).

Из азотсодержащих веществ относительно небольшие количества белковых веществ переходят из свеклы в диффузионный сок, а именно: из 100 в. ч. означенных веществ от 15 в. ч. до 23 в. ч. Белковый азот в свекле составляет от 33% до 72% общего азота в ней. С возрастанием содержания общего азота в свекле уменьшается в процентном отношении к нему содержание белкового азота. Небелковый азот переходит из свеклы в диффузионный сок из 100 в. ч. в среднем 92,3 в. ч.

Вредный азот в свекле составляет от 25% до 46% общего азота в ней. С возрастанием содержания общего азота в свекле увеличивается, в процентном отношении к нему, содержание вредного азота. Вредный азот переходит из свеклы в диффузионный сок из 100 в. ч. от 87,7 в. ч. до 95 в. ч.

При извлечении сахара из свеклы диффузионным способом полученный диффузионный сок будет более чистый, чем содержащийся в свекле нормальный сок, как это явствует из того, что в диффузионном соке количество вредной золы и вредного азота, приходящиеся на 100 в. ч. сахара, меньше, чем в свекле, а вместе с этим и в соке ее. Качество диффузионного сока обуславливается в значительной мере качествами свеклы, а потому чем в свекле будет больше содержание вредной золы и вредного азота, тем худшего качества получится из нее диффузионный сок.

При оценке свеклы, как сырья производства, надлежит учитывать не только содержание в ней сахара, но также и вредной золы и вредного азота, так как наличие последних в соке обуславливает ненормальности в работе завода и большие потери сахара в мелассе.

**§ 61.** Для полноты суждения о физико-химических процессах, происходящих при извлечении сахара из свеклы в диффузионной батарее, необходимо также знать о движении сахара и несахаров свеклы в каждом отдельном диффузоре. Такого рода опытное исследование было произведено Nowakowski'm и Muszynski'm (41) на одном польском сахарном заводе, имевшем диффузионную батарею, состоящую из 12 диффузоров по 317 ведер, полный оборот работы диффузионной батареи 1 ч. 15 м. Откачка диффузионного сока 109% по в. свеклы. В сутки завод перерабатывал 10.540 центнеров

(100 фун.) свеклы. Вода накачивалась в диффузионную батарею под давлением 2,3 атмосферы и при температуре 32°C.

Пробы отбирались из каждого диффузора в момент набора соком свежее нагруженного диффузора и в момент откачки с него сока.

Результаты анализов свеклы, диффузионного сока, жома и диффузионной воды сгруппированы в ряде таблиц (см. табл. III—LV):

Таблица LII.

Свекла: сах. = 16,40%.

Нормальный сок: Бр. = 21,6; сах. = 19,37%; песах. = 2,23%  
добр. = 89,7.

№№ диффузора.	Температура °C.	Бр.	Сах. %	Песах. %	Добр.
I	41	0,20	0,033	0,17	16,25
II	51	0,75	0,39	0,36	52,00
III	62	1,55	1,17	0,38	75,48
IV	67	2,45	2,14	0,31	87,35
V	72	3,89	3,44	0,35	88,29
VI	75	5,80	5,13	0,67	88,45
VII	76	8,30	7,15	1,15	88,14
VIII	73	10,25	9,17	1,08	89,71
IX	69	13,65	12,97	0,68	95,92
X	35	15,75	14,33	1,42	90,92

Таблица LVII.

	Свекла.	Ж о м.
Воды . . . . .	76,96	93,60
Сухих веществ . . . . .	23,04	6,40
Сахара . . . . .	16,40	0,20
Азота общ. . . . .	0,1613	0,1028
Азота белков. . . . .	0,1036	0,0916
Золы сыр. . . . .	0,6293	0,2578
Золы чист. . . . .	0,5612	0,2298
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,2081	0,0488
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,0996	0,0282
CaO . . . . .	0,0407	0,0867
MgO . . . . .	0,0374	0,0232
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,0143	0,0043
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,003	0,0014
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,011	0,0029
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,0798	0,0029
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,0224	0,0210
Cl . . . . .	0,0101	0,0103
SiO <sub>2</sub> . . . . .	0,0681	0,0041

Таблица I.IV.

В 100 в. ч. сока.

№№ диффузоров.	Температура °С.	Сухих веществ %	Сахара %	Несахара %	Доброкач.	Азота общ.	Азота белков.	Белков. веществ.	Азота небелков.	Кислотность в SO <sub>2</sub> .	Редуцир. веществ.
I	41	0.20	0.033	0.17	16.25	0.00168	0.00077	0.0048	0.00091	0.0059	2.9
	50	0.20	0.032	0.17	16.25	0.0027	0.00098	0.0061	0.00175	0.0020	2.5
II	51	0.75	0.39	0.36	52.00	0.00384	0.0013	0.0079	0.0015	0.0159	3.3
	56	0.90	0.52	0.38	57.80	0.0069	0.0045	0.0281	0.00448	0.0279	3.2
III	62	1.55	1.17	0.38	75.48	0.00896	0.0045	0.0281	0.00448	0.0318	4.7
	63	1.80	1.25	0.57	68.60	0.0110	0.0058	0.363	0.0052	0.0258	6.2
IV	67	2.45	2.14	0.31	87.35	0.01214	0.00427	0.0267	0.0079	0.0237	4.7
	70	3.00	2.37	0.66	78.00	0.0130	0.0040	0.0250	0.0090	0.02375	5.5
V	72	3.89	3.44	0.35	88.29	0.0156	0.00474	0.0296	0.0109	0.02367	7.1
	75	4.50	3.64	0.96	80.89	0.0170	0.00350	0.0219	0.0135	0.0253	8.9
VI	75	5.80	5.13	0.67	88.45	0.0225	0.00422	0.0264	0.0183	0.0215	9.9
	73	6.50	5.59	0.91	86.00	0.0240	—	—	—	0.0253	8.9
VII	76	8.30	7.15	1.15	86.14	0.0307	0.00676	0.042	0.0240	0.0271	12.9
	73	8.80	7.73	1.07	87.90	0.0360	—	—	—	0.0230	10.5
VIII	73	10.25	9.17	1.08	89.71	0.0418	0.0063	0.0390	0.0355	0.0307	15.4
	73	11.10	10.21	0.89	91.03	0.0450	0.0147	0.0919	0.0301	0.0267	11.2
IX	69	13.65	12.97	0.68	95.02	0.0530	0.0131	0.0820	0.0420	0.0379	23.4
	42	14.40	13.58	0.82	94.34	0.0570	0.0196	0.1225	0.0374	0.0358	18.9
X	35	15.75	14.33	1.42	90.92	0.0647	0.0163	0.1019	0.0480	0.0113	23.2
	36	16.40	14.95	1.45	91.16	0.0780	0.0260	0.1625	0.0520	0.356	25.2

Таблица I.V.

В 100 в. ч. сока.

№№ диффузоров.	Зола сырой.	Зола чистой.	SiO <sub>2</sub> .	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	CaO.	MgO.	K <sub>2</sub> O.	Na <sub>2</sub> O.	Cl.	SO <sub>3</sub> .	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .
I	0.034	0.033	0.0005	—	—	0.0032	0.0022	0.0087	0.0006	—	0.0023	0.0019
	0.046	0.043	0.00025	0.0002	0.0007	0.0044	0.0026	0.0119	0.0062	0.0013	0.0017	0.0031
II	0.0596	0.0585	0.0011	—	—	0.005	0.0032	0.0330	0.0078	0.0014	0.0017	0.0059
	0.084	0.0840	0.0003	—	—	0.0019	0.0037	0.041	0.0066	—	0.0018	0.0049
III	0.1017	0.1016	0.00097	0.00025	0.0095	0.0054	0.0044	0.050	0.0190	0.0018	0.0023	0.0096
	0.1210	0.1210	0.0002	—	—	0.0022	0.0027	0.058	0.0047	—	0.0053	0.0093
IV	0.1338	0.1373	0.0015	0.00025	0.00065	0.0046	0.0072	0.069	0.0190	0.0018	0.0028	0.0122
	0.159	0.159	0.0003	—	—	0.0029	0.0084	0.0799	0.0159	—	0.0042	0.0143
V	0.174	0.174	0.0004	0.00027	0.00027	0.0197	0.0044	0.088	0.0210	0.0020	0.0037	0.0183
	0.192	0.192	0.0002	—	—	0.0049	0.0131	0.0957	0.0111	—	0.0053	0.0240
VI	0.211	0.210	0.0011	0.00013	0.0004	0.0013	0.0067	0.108	0.0240	0.0036	0.0051	0.0250
	0.206	0.206	0.0003	—	—	0.0047	0.0145	0.1039	0.0140	—	0.0065	0.026
VII	0.246	0.246	0.0004	0.0003	0.0008	0.0042	0.0120	0.117	0.0380	0.0035	0.0053	0.033
	0.251	0.251	0.0002	—	—	0.0065	0.0169	0.1194	0.0248	—	0.0079	0.033
VIII	0.288	0.284	0.0037	0.0002	0.0015	0.0101	0.0220	0.127	0.0150	0.0066	0.0075	0.0045
	0.283	0.283	0.0009	—	—	0.0089	0.0134	0.1289	0.0479	—	0.0124	0.0524
IX	0.313	0.312	0.0014	0.0002	0.0016	0.0120	0.0300	0.1360	0.0690	0.0072	0.0100	0.0550
	0.307	0.305	0.0019	—	—	0.0102	0.0204	0.1387	0.0205	—	0.0119	0.0501
X	0.316	0.315	0.0095	0.0005	0.0022	0.017	0.0290	0.1050	0.0470	0.0085	0.0089	0.0550

§ 62. Для того, чтобы судить о движении несахаров свеклы в диффузионной батарее при извлечении сахара из свеклы, на основании вышеприведенного результата опытного исследования, необходимо таковые пересчитать на 100 Бр., что и сделано, причем получены такие результаты (см. табл. LVI):

Таблица LVI.

На 100 Бр.

№ диффузора.	Азота обшего.	Азота белкового.	Азота небелк.	Кислотность SO <sub>3</sub> H	Редуцирующих веществ (г.).	Золы (г.).
I . . .	0,84	0,36	0,48	2,99	2,9	16,74
II . . .	0,51	0,17	0,34	2,13	3,3	6,09
III . . .	0,58	0,29	0,29	2,05	4,7	5,40
IV . . .	0,50	0,17	0,33	0,97	4,7	4,92
V . . .	0,45	0,14	0,29	0,68	7,1	4,53
VI . . .	0,39	0,07	0,32	0,37	9,9	3,51
VII . . .	0,37	0,08	0,29	0,33	12,9	2,48
VIII . . .	0,41	0,06	0,35	0,39	15,9	2,45
IX . . .	0,40	0,10	0,30	0,28	23,4	2,06
X . . .	0,41	0,104	0,21	0,26	23,3	1,86

Из этих данных видно, что количество несахаров свеклы, как неорганических, так и органических, переходящих из свеклы в диффузионный сок, убывает от диффузора, в который накачивается вода, к диффузору, из которого выкачивается сок; исключение составляют только редуцирующие вещества.

§ 63. Основной процесс, происходящий при извлечении сахара из свеклы диффузионным способом, имеет физико-химический характер, и есть ничто иное, как осмос (диффузия через мембрану) сахара и несахаров свеклы. Что касается химических процессов, могущих протекать в данных условиях, то на основании опытных исследований, возможно предполагать, что во всех диффузорах происходит разложение сахара с образованием несахаров и переход нерастворимых несахаров свеклы в растворимые, но в различных диффузорах будет преобладать тот или другой из этих химических процессов. Разложение сахара в диффузионной батарее возможно допустить потому, что находящийся в свекле сок обладает кислой реакцией, и так как свекловичная стружка и окружающий ее сок подвергаются в диффузионной батарее продолжительному нагреву при высокой сравнительно температуре, то тем создаются условия благоприятные для инверсии сахара с образованием инвертного сахара. Подтверждением правильности изложенного могут служить вышеприведенные результаты анализов свеклы и полученного из нее диффузионного сока (см. табл. LVII):

Таблица LVII.

Инвертного сахара.		
В свекле ‰	В диффуз. соке ‰	Перешло ‰ из свеклы в диф. сок.
0.11	0.17	168
0.12	0.175	162
0.156	0.131	98
0.16	0.139	99
0.116	0.14	137.3

Переход, находящихся в свекле, преимущественно в мякоти ее в нерастворимом виде, пектиновых веществ в растворимое состояние, возможно допустить в диффузионной батарее, потому что свекловичная стружка подвергается в диффузорах продолжительному воздействию слабо кислого раствора при повышенной температуре, т. е. при условиях, благоприятных переходу названных нерастворимых нес сахаров свеклы в растворимые.

Но эти химические процессы, протекающие в диффузионной батарее, играют малозначительную роль по сравнению с физико-химическим процессом—осмосом сахара и нес сахаров свеклы, происходящим одновременно в той же диффузионной батарее.

Принимая во внимание вышеизложенное, приходим к заключению, что состав диффузионного сока будет зависеть от качества перерабатываемой свеклы и условий работы на диффузионной батарее. На качество свеклы влияют, главным образом, семена, почва, обработка ее, удобрения, погода, степень зрелости и сохранности. Условия работы на диффузионной батарее характеризуются толщиной свекловичной сружки, величиной откачки диффузионного сока, продолжительностью работы полного оборота диффузионной батареи, степенью нагрева сока в калоризаторах, пределом обессахаривания свекловичной стружки, качеством воды, применяемой на диффузионной батарее.

§ 64. Итак, диффузионный сок представляет собою водный раствор сахара и нес сахаров свеклы. Для практических и теоретических целей сахарного производства весьма важно знать химический состав диффузионного сока, для чего необходимо произвести качественный и количественный анализы его; но при выполнении того и другого встречаются громадные затруднения, вследствие наличия в диффузионном соке нес сахаров самых разнообразных химических функций и в весьма малых количествах. Вот почему, в данном случае приходится ограничиваться определением суммарных количествах однородных в химическом отношении нес сахаров, или даже радикалов, характеризующих группы нес сахаров. В специальной технической литературе имеются весьма немногочисленные примеры подробных анализов диффузионного сока. Andrlik, Urban и Staněk (42) производили полные анализы диффузионного сока на чешских сахарных заводах в течение двух кампаний (на 16 заводах в 1899—1900 и на 12 заводах в 1904—1905 г.г), причем ими были получены такие результаты (см. табл. LVIII):

Таблица LVIII.

Г о д ы. В 100 в. ч.	1899—1900		1904—1905	
	Min.	Max.	Min.	Max.
Сухих веществ . . . . .	12,60	15,70	—	—
Сахара . . . . .	10,85	13,77	13,11	15,90
Несахара . . . . .	1,56	2,13	—	—
Золы . . . . .	0,35	0,55	0,248	0,377
Орг. несахара . . . . .	1,21	1,58	—	—
Доброкачественность . . . . .	85,5	89,66	—	—
Инвертного сахара . . . . .	0,05	0,17	—	—
Кислотность (к. с. $\frac{1}{10}$ норм. раств. КОН). . . . .	10,3	19,2	—	—
Азота общего (по Jodelbauer'у), . . . . .	0,067	0,120	0,096	0,166
Азота белкового (по Schulz'у) . . . . .	0,021	0,039	0,024	0,033
Азота белкового пропептонного и пептонного (по Rümpler'у) . . . . .	0,014	0,029	—	—
Азота белкового и пропептонного (по Rümpler'у) . . . . .	0,011	0,025	—	—
Азота пептонного (по Rümpler'у) . . . . .	0,001	0,008	—	—
Азота, осаждаемого фосфорно-вольфрамово-натровой солью . . . . .	0,015	0,030	—	—
Азота аммиачного, осаждаемого фосфорно-вольфрамово-натровой солью . . . . .	0,007	0,019	0,004	0,010
Азота бетаинного . . . . .	0,004	0,022	0,024	0,045
Азота амидного и аммиачного (по Schulz'у) . . . . .	0,007	0,019	0,013	0,035
Азота остатального (преимущественно азота амидокислот) . . . . .	0,024	0,054	0,023	0,061
Азота вредного . . . . .	—	—	0,057	0,106
Щавелевой кислоты . . . . .	0,06	0,15	0,028	0,064
Кислотность извлекаемых эфиром органических кислот в к. с. $\frac{1}{10}$ норм. раств. КОН . . . . .	27,1	55,1	11,88	53,44
Кислотность щавелевой кислот . . . . .	9,3	24,3	7,12	15,70
Кислотность летучих органических кислот . . . . .	1,9	4,5	—	—
Кислотность остальных органических кислот . . . . .	17,91	32,41	4,76	40,60
Окиси калия, K <sub>2</sub> O . . . . .	0,155	0,246	0,128	0,184
Окиси натрия, Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,016	0,041	0,014	0,34
Окиси кальция, CaO . . . . .	0,001	0,015	0,007	0,031
Окиси магния, MgO . . . . .	0,031	0,049	0,022	0,054
Окисей железа и алюминия, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,003	0,010	0,002	0,006
Фосфорного ангидрида, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,049	0,086	0,024	0,064
Серного ангидрида, SO <sub>2</sub> . . . . .	0,017	0,029	0,028	0,068
Хлора, Cl . . . . .	0,007	0,013	0,007	0,010
Кремневого ангидрида, SiO <sub>2</sub> . . . . .	0,003	0,015	0,007	0,016

Примечание. Условия роста свеклы перед кампанией 1899—1900 г. были вполне нормальны в противоположность таковым перед кампанией 1904—1905 г., когда была весьма сухая погода настолько, что свекла засохла и даже потеряла ботву и только незадолго до копки свеклы выпали обильные дожди, благодаря которым свекла начала снова расти.

Если сопоставить некоторые данные анализов диффузионного сока этих двух кампаний, то получим такие результаты (см. табл. LIX):

Таблица LIX.

	1899—1900 г.	1904—1905 г.
Окиси калия . . . . .	1,58	1,11
Фосфорного ангидрида . . . . .	0,47	0,27
Щавелевой кислот . . . . .	0,71	0,49
Общего азота . . . . .	0,72	0,93
Аммиачного и амидного азота . . . . .	0,10	0,17
Бетаинного азота . . . . .	0,10	0,24

В кампанию 1904—1905 г. наблюдалось сильное падение щелочности при выпаривании сока и наличие в сиропе больших количеств растворимых известковых солей, что вполне может быть объяснено составом диффузионного сока, отличающимся сравнительно малым содержанием окиси калия и кислот фосфорной и щавелевой и относительно большим содержанием азотистых веществ. Означенные кислоты находятся в диффузионном соке в виде калиевых солей, которые в условиях дефекации переходят в нерастворимые кальциевые соли, причем образуется калиевый сахарат, который вместе с кальциевым моносахаратом, обуславливают щелочность очищенного сока. При выпаривании сока при повышенной температуре будет происходить разложение амидов амидо-кислот при воздействии означенных сахаратов с образованием калиевых и кальциевых солей амидокислот и с выделением аммиака. В результате будет наблюдаться падение щелочности выпариваемого сока, и притом, конечно, в большей мере при переработке свеклы, богатой содержанием азота и бедной содержанием золы.

Таким образом, указание на непорядочности в работе надлежит отнести всецело за счет качества перерабатываемой свеклы, а не метода работы на диффузионной батарее, изменение которого в данном случае не может сильно повлиять на состав получаемого диффузионного сока.

§ 65. Подтверждением того, что качество получаемого диффузионного сока зависит в большей мере от качества перерабатываемой свеклы, может служить общеизвестный факт—понижение качества перерабатываемой свеклы от начала к концу производства и одновременно понижение качества получаемого диффузионного сока. В доказательство правильности вышесказанного уместно привести результаты анализов свеклы, диффузионного сока, полученные Овсянниковым (43) за несколько производств на Мироновском сахарном заводе (см. табл. LX):

Таблица LX.

Дата времени.	Свекла. Сах. %	Нормальный сок.			Диффузион. сок.			Потери сах. %	
		Бр.	Сах.	Добр.	Бр.	Сах.	Добр.	Жом.	Диф. вода.
1913—14 г.									
19-ix—3-x	14,61	18,4	15,84	86,1	13,9	12,23	87,9	0,34	0,13
4-x—15-x	16,12	20,4	17,61	86,3	15,0	13,20	88,0	0,31	0,13
16-x—31-x	15,10	19,8	16,70	84,3	15,3	13,41	87,6	0,33	0,15
1-xi—15-xi	15,11	19,9	16,61	83,4	14,8	12,84	86,8	0,36	0,16
16-xi—30-xi	14,87	19,6	16,40	83,6	14,2	12,32	86,8	0,36	0,16
1-xii—9-xii	14,43	19,3	15,94	82,6	14,3	12,22	85,4	0,38	0,16
1914—15 г.									
13-ix—25-ix	17,34	21,5	18,69	86,9	16,2	14,34	88,5	0,39	0,16
26-ix—9-x	17,35	21,4	18,46	86,2	16,5	14,36	87,0	0,38	0,13
10-x—23-x	17,67	22,6	19,37	85,7	17,4	15,21	87,4	0,38	0,13
24-x—6-xi	15,95	21,2	17,18	81,1	17,5	15,01	85,8	0,37	0,13
7-xi—25-xi	16,29	20,8	17,12	82,4	16,6	14,40	86,7	0,37	0,15

Конечно, величина доброкачественности диффузионного сока не всегда дает возможность вывести точные заключения относительно достоинства этого сока, потому что не только свойства песахаров

свеклы, заключающихся в ней, различны, но никогда точно не известно, какие именно из этих сахара свеклы и в каком количестве будут удалены из сока на дефекации и сатурации. Поэтому вполне возможно, что в некоторых случаях диффузионный сок с низшей доброкачественностью в конечном результате дает утфель такого же качества, как и диффузионный сок с высшей доброкачественностью. Однако, в большинстве случаев диффузионные соки с высшей доброкачественностью, обуславливают в конечном итоге лучшие выходы сахара из утфеля, меньшие потери сахара в меляссе и не вызывают особых затруднений в работе на отдельных станциях завода. Определение величины доброкачественности диффузионного сока имеет известное практическое значение, так как знание этого позволяет сделать заключение относительно результатов последующей обработки этого сока и могущих быть затруднений при выпаривании и уваривании его; но для этого надо регулярно отбирать средние пробы диффузионного сока и производить анализы их.

**§ 66.** Для успешного ведения работы на диффузионной батарее надлежит руководствоваться соответствующими приемами, основанными на данных практики и теории, сообразуясь с существующими условиями. Основные требования, которым должна удовлетворять успешная работа на диффузионной батарее заключаются в следующем.

Наибольшая производительность диффузионной батареи, при непрерывности действия ее, наименьшие допустимые потери сахара в жоме и в диффузионной воде при наибольшей концентрации получаемого диффузионного сока, обладающего наивысшей доброкачественностью.

Свекловичная стружка, загруженная в диффузоры, должна быть надлежащей толщины, в зависимости от качества перерабатываемой свеклы и характера оборудования диффузионной батареи. Во всяком случае, при переработке свеклы зрелой, здоровой, свежей, стружка должна быть возможно тонкая, правильной формы, длинная, не содержащая ни коротких, тонких или толстых кусков. О качестве свекловичной стружки судят по пробам ее, взятым с подающего ее транспортера, и рассматривая их внимательно. Если свекловичная стружка будет неудовлетворительного качества, то осматривают состояние ножей в резальной машине, т. е. нет ли в ней ножей, поломанных камнями или другими твердыми предметами, могущими попасть вместе со свеклой, забитых соломой, нередко также поступающей со свеклой, не сделались ли ножи уже тупыми от продолжительной работы, правильно ли они вставлены в рамах и правильно ли последние заложены в гнезда резального диска. Кроме того, надо следить за успешностью действия моечного аппарата, т. е. своевременно открывать клапаны и люки в дне аппарата для удаления из него земли, камней и проч., следить за тем, чтобы в моечном аппарате вода стояла на определенном уровне и сливалась непрерывно через водослив, унося с собою солому.

Перед нагрузкою диффузора свекловичною стружкой, его следует осмотреть внутри через верхнюю открытую крышку с целью узнать, не осталась ли в нем высоложенная свекловичная стружка, спущена ли вся вода, служившая для промывки диффузора, в порядке ли сита и не накопилось ли под ними мелкой стружки.

При нагрузке диффузора свекловичной стружкой надо стремиться к возможно равномерному размещению ее в диффузоре, с каковою целью ее разравнивают шестом, и к возможно плотной набивке ею диффузора, с каковою целью утаптывают ее ногами.

Набор соком диффузора, нагруженного свекловичной стружкой, может быть произведен не ранее, как будет совершена откачка диффузионного сока из предыдущего диффузора. При пуске диффузионной батареи в ход, после набора соком не менее 5-6 диффузоров, измеряется плотность получаемого сока и, если она будет соответствовать обычной плотности диффузионного сока, то производят первую откачку диффузионного сока, но в меньшем количестве, чем при установившемся ходе работ диффузионной батареи. Рекомендуется следующий порядок: из первого диффузора откачивают диффузионный сок в количестве, составляющем половину нормальной откачки его, из второго диффузора—в количестве двух-третей и только с третьего диффузора откачивают диффузионный сок в количестве, соответствующем нормальной откачке его.

Необходимо внимательно следить за тем, чтобы надлежащие вентили на коммуникации были открыты и закрыты в соответствии с данным моментом работы на диффузионной батарее, причем клапаны первых должны быть подняты, а вторых опущены до отказа. Во избежание могущих быть ошибок, вентили снабжаются не маховиками, а с'emными ручками.

При нагреве калоризаторов соковым паром, как это бывает обычно, надо следить за выпуском из паровых пространств их аммиачного газа, для чего должны быть незначительно открыты вентили на трубах, специально для того существующих при калоризаторах сверху парового пространства последних. Открывание вентилей на паровой трубе у калоризаторов, и особенно после продолжительной остановки работы на диффузионной батарее, надо делать не сразу, а постепенно, так как благодаря конденсации пара, наполнившего паровые пространства калоризаторов, в таковых получается вакуум, и мгновенный впуск туда пара может повлечь за собою сотрясение калоризатора и обусловить образование трещин в трубках или нарушении плотности развальцованных концов их.

В виду того, что давление в соковом пространстве калоризаторов всего больше такового в паровом пространстве их, возможны случаи, вследствие неплотностей в развальцовке концов трубок или могущих образоваться трещин в стенах трубок, попадания сока в конденсационную воду, образующуюся в калоризаторах. Из опасения, что конденсационная вода, отводимая из калоризаторов, может нередко содержать сахар, по причинам, указанным выше, эта вода не применяется для питания паровиков, как могущая обусловить порчу их. Испытание конденсационной воды из калоризаторов на присутствие в ней следов сахара производится периодически, пользуясь общепринятой реакцией  $\alpha$ -нафтола с серной кислотой.

В случае остановки работы на диффузионной батарее, когда прекращается циркуляция в ней сока, тогда немедленно надо закрыть вентили на паровой трубе у калоризаторов, во избежание чрезмерного нагрева находящегося в них сока, а вместе с этим и содержимого диффузоров, так как в противном случае может быть перегрев свекловичной стружки в диффузорах, причем она теряет свою упругость, слеживается и тем весьма затрудняет циркуляцию сока в диффузионной батарее.

Температура нагрева сока в калоризаторах, число обогреваемых калоризаторов и положение последних в ряду других калоризаторов зависят от совокупности нескольких условий.

Температура нагрева сока в калоризаторах может быть тем выше,

чем здоровее, зрелее перерабатываемая свекла, чем толще свекловичная стружка, чем меньше емкость диффузоров и чем меньше продолжительность полного оборота работы диффузионной батареи. При переработке гнилой, талой свеклы температура сока в калоризаторах должна быть соответственно понижена. Напр., при переработке нормальной свеклы нагрев сока в калоризаторах может быть до  $40^{\circ}\text{C}$ — $85^{\circ}\text{C}$ , а при переработке ненормальной свеклы нагрев сока в калоризаторах может быть только до  $70^{\circ}\text{C}$ — $75^{\circ}\text{C}$ . Нагрев сока в калоризаторах до  $90^{\circ}\text{C}$  может повлечь за собою изменение структуры свекловичной стружки настолько, что она теряет свою упругость и слеживается, затрудняя тем циркуляцию в ней сока.

Обычно нагревают калоризаторы, начиная от того, который находится при диффузоре с загруженной свекловичной стружкой. При чем число нагреваемых калоризаторов обычно колеблется около  $\frac{2}{3}$  общего числа калоризаторов действующих диффузоров.

При повышении температуры нагрева сока в калоризаторах выше указанных пределов, необходимо внимательно следить за состоянием высоложенной свекловичной стружки—она должна быть достаточно упругой и при сжатии в руке не раздавливаться. В случае перегрева сока в калоризаторах, а вместе с этим и содержимого диффузоров, высоложенная свекловичная стружка делается мягкой и при сжатии в руке она раздавливается. Такая стружка плотно слеживается в диффузорах, благодаря чему может сильно затрудниться и даже прекратиться циркуляция сока в диффузионной батарее. В случае перегрева свекловичной стружки в диффузионной батарее надлежит стремиться к возможно скорой выгрузке ее из диффузоров, в которых она находится, хотя бы в этом случае приходилось терять больше сахара в жоме и в диффузионной воде. Для того, чтобы узнать, в каком диффузоре свекловичная стружка была перегрета, выключают поочередно диффузоры, начиная от того, на который идет вода, и следят за тем, насколько скоро мерник наполняется диффузионным соком.

Если при установленной норме откачки диффузионного сока с каждого диффузора, содержание сахара в жоме и в диффузионной воде будет получаться выше установившихся пределов, то прежде всего надо убедиться в том, что плотно закрыты те соковые вентиля, которым надлежит быть закрытыми, убедиться в отсутствии сахара в воде накачиваемой в диффузионную батарею и только после этого приступают к принятию мер с целью устранения указанных ненормальностей в работе.

В одних случаях увеличение потерь сахара в жоме и в диффузионной воде вызывается свекловичной стружкой преувеличенной толщины, или наличием в ней толстых коротких кусков, тогда надо заменить в резальной машине рамы с ножами другим набором их с ножами меньших размеров. В других случаях увеличение потерь сахара в жоме и в диффузионной воде вызывается недостаточным нагревом сока в калоризаторах, тогда надо повысить температуру нагрева сока в калоризаторах, или увеличить число нагреваемых калоризаторов.

В том случае, если диффузионная батарея по числу диффузоров и размерам их такова, что возможно увеличить время полного оборота работы диффузионной батареи, не уменьшая в значительной мере производительность ее, а вместе с этим и суточную переработку за вода, то это следует использовать, так как увеличением времени

полного оборота работы диффузионной батареи, возможно достигнуть уменьшения потерь сахара в жоме и в диффузионной воде, не прибегая ни к увеличению откачки диффузионного сока, что сопровождается введением в последний излишнего количества воды, ни к повышению температуры нагрева сока в калоризаторах, что нередко сопровождается получением диффузионного сока пониженной доброкачественности. Уменьшения потерь сахара в жоме и в диффузионной воде возможно достигнуть увеличением числа ведер откачиваемого диффузионного сока с каждого диффузора по порядку, пока не будут обойдены все диффузоры в батарее, что равносильно увеличению количества воды, поступающей в диффузионную батарею, а это, разумеется, будет способствовать более полному обессахариванию в ней свекловичной стружки. Но при этом, конечно, диффузионный сок получится более разбавленным водю, а время полного оборота работы диффузионной батареи станет несколько увеличенным. Тех же результатов возможно достигнуть, если увеличить значительно число ведер откачиваемого диффузионного сока, но не с каждого диффузора, а с нескольких; но этот прием исправления работы на диффузионной батарее нельзя назвать рациональным, так как он слишком нарушает правильный ход работы на последующих станциях завода, напр., на дефекации, сатурации.

В случае, если произойдет остановка на станциях, предшествующих диффузии, то в этом случае следует по крайней мере через каждые полчаса откачивать с диффузора установленную норму количества диффузионного сока и одновременно один диффузор останавливать от содержимого, т. е. жомы и диффузионной воды, чтобы таким образом поддерживать циркуляцию сока в диффузионной батарее.

В случае, если предвидится временная остановка на станциях, последующих за диффузией, то во избежание прекращения циркуляции сока в диффузионной батарее, лучше вести медленное сокодобывание с приоткрытыми вентилями.

Если остановка в работе завода предвидится довольно продолжительная, напр., часов 8, диффузионную батарею следует высолотить и разгрузить. В этом случае с каждого диффузора откачивают сок в двойном против нормы количестве и когда в батарее число действующих диффузоров останется до 4-х, то с них откачивают сок непрерывно, до тех пор пока плотность его не уменьшится до 0,5° по Бриксу, и после чего все эти диффузоры опорожняют одновременно.

При выгрузке диффузора закрывают плотно водяной, пегеводной и соковый вентили, чем диффузор совершенно разобщается от остальных в батарее, открывают вентиль для спуска воды из диффузора и калоризатора, а также кран для выпуска воды из резиновой трубки (кишки) гидравлического затвора (Дауценберга), открывают воздушный кран на верхней крышке диффузора и открывают нижнюю крышку диффузора. Во избежание разрыва стенок упомянутой трубки надо строго придерживаться такого порядка: перед выгрузкой диффузора спускать сначала воду из трубки, а затем открыть нижнюю крышку диффузора, и после выгрузки диффузора сначала закрыть нижнюю крышку диффузора и пустить воду в резиновую трубку.

Для сообщения сверху диффузии вниз таковой о моменте открытия нижней крышки диффузора для выгрузки последнего, а также о моменте закрытия этой крышки для загрузки диффузора, следует пользоваться особой разговорной трубой или электрическим звонком, а

отнюдь не стучом ручкой от вентилях по диффузионным крышкам во избежание разбития их.

Предусмотреть все случаи отклонения от правильной работы на диффузионной батарее и дать исчерпывающие указания для устранения могущих быть от того отрицательных последствий, не представляется возможным, но учитывая все вышеизложенное и принимая те или иные из указанных мер, есть основание предполагать, что в дальнейшем работа на диффузионной батарее будет исправлена в лучшую сторону.

Руководство работой на диффузионной батарее должно быть поручено опытному старосте при наличии достаточного числа рабочих, которые распределяются примерно так: 4 на загрузке и выгрузке диффузоров, 1 на вентилях, 1 на калоризаторах, 1 на мернике; кроме того, 2 работницы для поддержания чистоты в диффузионном отделении.

**§ 67.** Наибольшие затруднения для достижения удовлетворительных результатов работы на диффузионной батарее возникают при переработке мерзлой, гнилой свеклы.

Свекла, промерзшая во время сильных и продолжительных морозов, обычно не успевает оттаять ни в паровозическом транспорте, ни в моечном аппарате, несмотря на применение в них горячей воды. В этом случае приходится довольствоваться тем, что приставшая к свекле земля может быть отмыта от нее. Из промерзшей свеклы невозможно получить на револьвонной машине короткой свекловичной стружки, применяя ножи обычных размеров и форм, а потому в таком случае пользуются ножами малые размерной формы и крупных размеров, причем получается короткая, толстая свекловичная стружка, содержащая большее или меньшее количество мязги. Конечно, наличие свекловичной стружки такого качества в диффузорах вызывает замедление циркуляции сока в них, что равнозначно уменьшению производительности диффузионной батареи и обуславливает большие потери сахара в жоме и в диффузионной воле. Весьма нередко в таких случаях при выгрузке из диффузора жома, обнаруживается присутствие в последнем целых глыб смерзшейся свекловичной стружки, совсем не подвергавшейся обессахариванию, а потому содержащей большое количество сахара. Объясняется это тем, что в горячем соке, окружающем означенную свекловичную стружку, оказывается недостаточный запас тепла, чтобы мог растаять лед, содержащейся внутри клеточек промерзшей свеклы. Предположим, что на 1 гектолитр емкости диффузора загружается 50 килогр. мерзлой свекловичной стружки при температуре  $-10^{\circ}\text{C}$ , то в этом случае потребуется тепла:

на нагрев стружки до температуры та-

яния льда . . . . .	$50 \times 0,8 \times 10 = 400$ калор.
на таяние льда в пей . . . . .	$50 \times 0,75 \times 80 = 3000$ калор.

Итого 3400 калор.

но на 1 гектолитр емкости диффузора приходится (в моменты набора и откачки) 100 килогр. сока, который при температуре  $40^{\circ}\text{C}$  содержит тепла  $100 \times 0,8 \times 40 = 3200$  калор. При наличии в диффузоре такой глыбы смерзшейся свекловичной стружки окружающий ее сок весьма медленно проникает внутрь ее, тем более, что он движется по линии наименьшего сопротивления, т. е. минуя означенную глыбу.

Для устранения этого отрицательного явления приходится прибегать к ряду экстренных мер. Применяют возможно горячую воду на гидравлическом транспортёре и в моечном аппарате, подбирают ножи в резальной машине соответствующих размеров и форм; при нагрузке диффузора промерзшей свекловичной стружкой, его одновременно набирают сильно нагретым соком из предыдущего диффузора. уменьшают в личину нагрузку свекловичной стружки на одно ведро емкости диффузора, сокращают число действующих диффузоров в данной диффузионной батарее, нагревают сок в калоризаторах у диффузоров, в которых возможно предполагать присутствие уже сполна оттаявшей свеклы, до температуры, не превышающей 70°C, так как строение ткани свекловицы было уже нарушено морозом и она не способна выдержать нагрева до высокой температуры без сильного изменения своей структуры, вызывающей слеживание свекловичной стружки в диффузорах. Нередко наблюдается при переработке мерзлой, но талой свеклы, что сатурационный сок плохо фильтруется через фильтр-прессы, что ставит в зависимость от чрезмерного нагрева сока в калоризаторах, т. е. выше 70°C.

При переработке вялой и особенно гнилой свеклы также возникают затруднения в работе на диффузионной батарее и, главным образом, от того, что получаемая свекловичная стружка отличается слабой упругостью, сильно слеживается в диффузорах и особенно, если нагрев сока в калоризаторах будет производиться при чрезмерно повышенной температуре, напр., выше 70°C.

В данном случае, как и в предыдущем, путем подбора надлежащей толщины свекловичной стружки, понижением температуры нагрева сока в калоризаторах, уменьшением числа действующих диффузоров и т. п. изменениями в условиях работы диффузионной батареи, в конце концов, удастся достигнуть удовлетворительных результатов.

Уместно заметить, что нагрузка на единицу объема диффузора свекловичной стружкой из вялой свеклы получается больше, чем нормальная.

Как известно, в случае весьма раннего посева и возней копки свеклы, т. е. при чрезмерной продолжительности роста свеклы, при применении очень усиленного удобрения почвы, нарушение правильного течения вегетации весенними ночными заморозками и иными не вполне точно установленными причинами, свекла в первый же год пускает цветочные стебли, или, как говорят, „стеблется“. Корни такой свеклы отличаются весьма сильно развитым строением сосудисто-волоконистых пучков, клетки которых содержат много лигнина, благодаря чему сами корни приобретают древеснистый характер. При получении из такой свеклы на резальных машинах свекловичной стружки ножи последних очень скоро тупятся и забиваются волокнами, в результате чего свекловичная стружка получается весьма не удовлетворительного качества („мятая“) и, как таковая, она забивает диффузоры и замедляет в них циркуляцию сока. В этом случае приходится применять ножи крупных размеров и пальцеобразной формы, повышать температуру нагрева сока в калоризаторах, и увеличивать число обогреваемых калоризаторов и т. д., стремясь создать такие условия работы на диффузионной батарее, при которых могут быть достигнуты удовлетворительные результаты. Уместно заметить, что нагрузка на единицу объема диффузора свекловичной стружки из стеблющейся свеклы получается меньшая, чем нормальная.

**§ 68.** Правильность работы диффузионной батареи иногда нарушается скоплением газов в диффузорах, образующихся в содержимом их, благодаря жизнедеятельности разного рода микроорганизмов, попадающих вместе с перерабатываемой свеклой и применяемой водой. Эти газы, скопляясь под верхними крышками диффузоров, а также находясь среди свекловичной стружки, препятствуют циркуляции сока в диффузионной батарее, что в результате отражается на производительности последней. Эти газы представляют собою в большинстве случаев угольную кислоту, но иногда в них может быть различное количество водорода, метана. Напр., Schevron (44) анализировал газ, выделяющийся из диффузора, спустя 1 час после наполнения его свекловичною стружкой и соком, причем получил такие результаты:

Угольной кисл. . . . .	35,80%
Водорода . . . . .	39,02%
Кислорода . . . . .	0,99%
Азота . . . . .	24,19%

В виду наличия большого количества водорода в газовой смеси образующейся иногда в диффузорах, возможен взрыв таковой в присутствии огня. Такие взрывы бывали нередко в первые годы применения на сахарных заводах диффузионного способа извлечения сахара из свеклы, и, несомненно, вследствие того, что тогда рекомендовалось вести процесс диффузии весьма медленно и при очень пониженной температуре, т. е. в условиях, весьма благоприятных для жизнедеятельности большинства микроорганизмов. Газообразование в диффузорах и взрывы при поднесении к ним лампы в момент открытия верхних крышек дало повод некоторым высказаться против применения диффузионного способа на сахарных заводах, как опасного для человеческой жизни. В начале предполагалось, что образование газов в диффузорах происходит в результате химического воздействия кислого диффузионного сока на железные стенки диффузоров. Это было подтверждено вышеуказанным исследователем экспериментальным путем; он подвергал железные опилки кипячению с диффузионным соком и получил газовую смесь, при анализе которой были получены такие результаты:

Водорода . . . . .	78,05%
Угольной кисл. . . . .	7,88%
Азота . . . . .	13,61%

**§ 69.** Минц (45) наблюдал на одном русском сахарном заводе весьма сильное образование газов в диффузионной батарее. В диффузорах бывало такое обильное скопление газов, что при разгрузке их нижние крышки отбрасывало с большой силой. Был случай воспламенения газов, когда в только что опорожненный диффузор была внесена горящая свеча. Диффузионный сок в мернике сильно пенился. Циркуляция сока в диффузионной батарее была чрезвычайно замедленная. Суточная переработка завода значительно уменьшалась. Не подлежало сомнению, что в данном случае в диффузионной батарее появлялась интенсивная деятельность каких-то микроорганизмов.

При ближайшем исследовании причин ненормальной работы диффузионной батареи выяснилось следующее. Свекла, перерабатываемая заводом, оказалась чрезвычайно загрязненной, т. е. корни ее

были покрыты толстым слоем засохшей земли; кроме того в свекле попадалось весьма много зеленой гичи, что указывало на незрелость свеклы. Действительно, указанная ненормальность работы диффузионной батареи особенно резко обнаружилась при переработке свеклы с плантаций, подвергавшихся нашествию вредителей и вследствие этого дважды пересейанных. Кроме того, значительная часть перерабатываемой свеклы была поражена сухой гнилью. Результаты анализа средних проб свеклы были таковы:

Свекла: Сах. = 17,39%.

Нормальный сок: Бр. = 22,8, сах. 19,28, добр. 81,5.

Вода, применявшаяся в диффузионной батарее, бралась из двух прудов, из которых один был чистый, а другой загрязненный заводскими сточными водами, проходящими через отстойник недостаточных размеров. Вода была мутная, желтоватого цвета, содержащая очень много взвешенных веществ, не осаждающихся при стоянии на дно. Реакция воды была слабо щелочная. При анализе этой воды были получены такие результаты (см. табл. LXL):

Таблица LXL.

В 1 литре воды.	Миллиграм.
Органических взвеш. веществ . . . . .	48
Неорганических взвеш. веществ. . . . .	25
Плотный остаток. . . . .	500
Потери при прокаливании . . . . .	245
Остаток после прокаливания . . . . .	255
Хлор. . . . .	16
Окисляемость (в миллигр. $KMnO_4$ ). . . . .	70,3
Аммиак . . . . .	35
Азотная кислота. . . . .	нет.
Азотистая кислота. . . . .	нет.
Сероводород . . . . .	нет.

Стружка, получавшаяся из такой загрязненной, нездоровой, незрелой свеклы, была неудовлетворительного качества в отношении длины, формы и отличалась малой упругостью, а потому она плотно слеживалась в диффузорах, причем взвешенные вещества, содержащиеся в накачиваемой воде, отлагались между стружкой, создавая мало проницаемый для сока слой, что при наличии в диффузорах газов обуславливало весьма медленную циркуляцию сока в диффузионной батарее. Температура нагрева сока в калоризаторах не могла быть повышена выше  $70^{\circ}C$  вследствие того, что свекла была отчасти загнившая и стружка, полученная из нее, теряла свою упругость при нагреве.

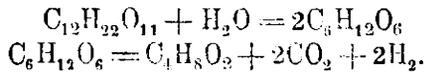
Таким образом, в диффузионной батарее создавались весьма благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов. Пробы диффузионного сока, отобранные при сильном газообразовании в диффузионной батарее, подвергались биологическому исследованию, причем оказалось:

Число разных видов бактерий, заключающихся в диффузионном соке, было 10.

Продуктами брожения являются, главным образом, масляная молочная и уксусная кислоты.

Газы, образовавшиеся при брожении, содержали, главным образом угольную кисл. с примесью небольшого количества водорода.

Много вероятно, что биологический процесс, происходящий в данном случае в диффузионной батарее, был результатом сложного симбиоза бактерий, причем имел место в первоначальной стадии масляно-кислого брожения сахара, которое может быть характеризовано реакциями:



На основании этих равенств оказывается, что при масляно-кислом брожении на каждые 180 килогр. сахара должно выделяться 100 куб. метр. газов. Если завод перерабатывает в сутки 4000 берк. свеклы, то при потере 0,1% сахара по в. свеклы на диффузии, вследствие масляно-кислого брожения должно в 1 час образоваться в диффузорах около 20 куб. метр. газов. Столь большого выделения газов на вышеозначенном заводе не наблюдалось.

Уместно заметить, что указанное ненормальное явление, т. е. сильное образование газов в диффузионной батарее, мало отразилось на качествах продуктов и ходе работы на других станциях завода. Напр., данные химического контроля работы завода были таковы (см. табл. LXII):

Таблица LXII.

Диффузионный сок.			Сатурационный сок.			Уфель 1-й пр.		
Бр.	Сах.	Добр.	Бр.	Сах.	Добр.	Бр.	Сах.	Добр.
Нормальная работа завода.								
17,1	14,75	86,2	15,7	13,97	89,0	93,7	84,15	89,8
16,5	14,14	85,7	15,4	13,64	88,6	93,6	83,77	89,5
17,3	14,93	86,3	16,0	14,26	89,2	93,6	83,86	89,6
16,6	14,19	85,5	16,2	14,39	88,8	93,8	84,04	89,5
Ненормальная работа завода.								
16,9	14,52	85,8	16,0	14,28	89,1	93,6	84,04	89,7
16,5	14,11	85,5	16,0	14,19	88,7	93,8	83,93	89,5
16,9	14,38	86,2	15,2	13,51	88,9	93,6	82,88	89,6
16,3	13,99	85,8	15,5	13,80	89,0	92,8	81,10	89,5

Из этих данных явствует, что образование газов в диффузионной батарее, происходящее благодаря жизнедеятельности микроорганизмов, если сопровождается потерей сахара, то таковая является трудно определяемой, вследствие своей незначительной величины. Вышеописанное ненормальное явление образования газов в диффузионной батарее, прекратилось, как только стали перерабатывать чистую, зрелую, вродную свеклу. Что касается применения в данном случае дезинфицирующих средств, то оно оказывало свое действие, но в меньшей мере, чем возможно было предполагать. Как дезинфицирующее средство, был применен формалин, которым свекловичная стружка смачивалась непрерывно на пассивном транспортере.

§ 70. Газообразование в диффузионной батарее является несомненно результатом жизнедеятельности микроорганизмов, попадающих в нее вместе с свекловичной стружкой, так как корни свеклы всегда бывают покрыты большим или меньшим количеством приставшей к ним земли, которая не может быть отмыта сполна от них в моечном

аппарате. Почва, служащая для культуры свеклы, содержит громадное количество микроорганизмов. Напр., Stoklasa (46) указывает, что ему удалось констатировать в период роста свеклы до 3.800.000 бактерий в 1 гр. сухого вещества почвы. Очень многие из этих микроорганизмов остаются живыми при относительно повышенной температуре, напр., при той, которую может иметь сок в диффузорах, т. е. до 85°C. Напр., Schöne (47) отбирал пробы сока из различных диффузоров одной и той же батареи и производил высевание находящихся в нем микроорганизмов на желатиновые пластинки, причем им были получены такие результаты (см. табл. LXIII):

Таблица LXIII.

Число бактерий в 1 куб. سانت. сока.

Этап	Температура °C.	Диффузор, нагруженный свекловичной стружкой.	Температура °C.	Диффузор средний в батарее.	Температура °C.	Диффузор, в который поступает вода.
I	25	1800000	25	2932000	25	2600000
II	26	1113500	38	2140000	35	3374000
III	25	18300	36	40000	36	3639000
IV	20	1134000	75	5000	32	1100000

Кроме того, в пробах диффузионного сока, взятых из решофера, где он подогревался до 90°C, было обнаружено в 1 куб. سانت. сока 12.500 бактерий.

Из этих данных видно, что микроорганизмы попадают в диффузионную батарею как вместе со свеклой, так и вместе с водой, что они живут при температуре выше 50°C и умирают при температуре выше 70°C, причем некоторые виды их остаются живыми при температуре 90°C.

Тем же исследователем обнаружено присутствие в диффузионном соке палочкообразных бактерий, принадлежащих к группе отличающихся способностью переносить высокие температуры, энергично разлагать сахар с образованием целого ряда органических кислот (уксусной, молочной, масляной, янтарной и др.) и с выделением газов (углекислоты, водорода).

§ 71. Для устранения вышеописанного ненормального явления работы на диффузионной батарее, выражающегося обильным образованием в диффузорах газов, возможно рекомендовать ряд мер. Прежде всего надо позаботиться, чтобы вода, применяемая для диффузионной батареи, была вполне чистая и, если это по местным условиям является неосуществимым, то следует загрязненную воду подвергнуть очистке, путем отстаивания ее в достаточно обширных отстойниках и, в крайнем случае, даже путем фильтрации ее через песок в особых фильтрах. Вода, применяемая для диффузионной батареи, должна иметь температуру не ниже 40°C. и лучше, если она будет, напр., 50°C. Необходимо принять все меры к тому, чтобы свекла очищалась лучше при копке от земли, а в моечном аппарате она вполне отмывалась от нее. Следует отделять воду из гидравлического транспортера от свеклы перед поступлением ее в моечный аппарат, а в этом последнем применять чистую воду, давая ей сильный ток; кроме того, на пути подачи свеклы из моечного аппарата в элеватор, т. е. в шнеке, весьма желательно обмывать ее

струей чистой воды. Свекловичную стружку на пассивном транспорте не следует обрызгивать непрерывно формалином, но при этом следует заметить, что на некоторые виды микроорганизмов формалин в малых количествах не оказывает дезинфицирующего действия. Прибавление известки в виде известкового молока в каждый загружаемый свекловичную стружкой диффузор следует признать в данном случае желательным, но при этом надо иметь в виду, что качества получаемого жома, как кормового средства, могут понизиться. Нагрев сока в калоризаторах должно производить по возможности до высокой температуры. В данном случае надо признать целесообразным тот способ работы, при котором сок, служащий для набора диффузора с свежезагруженной свекловичной стружкой, предварительно нагревается в репшофере до 90° С и только после этого он поступает в означенный диффузор. Продолжительность полного оборота работы диффузионной батареи должна быть возможно меньшая, а потому в этом случае допустимо разделение данной диффузионной батареи на две. Применяя вместо длинной батареи короткую, тем самым уменьшают сопротивление движения сока в диффузорах, т. е. достигают лучшей циркуляции его в них.

Обдуманном применением выше перечисленных мер возможно, если не устранить, то сильно ослабить жизнедеятельность микроорганизмов в диффузионной батарее и тем избежать обильного образования газов в диффузорах,

§ 72. Химический контроль работы диффузионной батареи складывается из взвешивания количества перерабатываемой свеклы, отмеривания получаемого диффузионного сока, из определения сахаристости свеклы и доброкачественности ее сока, из определения плотности диффузионного сока и доброкачественности его, а равно из определения количества сахара, теряемого в отбросах, т. е. в жоме и в диффузионной воде, с каковою целью надлежит знать весовые количества их по весу перерабатываемой свеклы и содержания в них сахара.

Для взвешивания перерабатываемой свеклы пользуются автоматическими весами, а для отмеривания получаемого диффузионного сока применяют мерник особого устройства, снабженный автоматическим счетчиком. Для определения качества перерабатываемой свеклы и получаемого диффузионного сока, а также для определения содержания сахара в жоме и в диффузионной воде отбирают систематически средние пробы их и подвергают таковые анализу, пользуясь для этого установленными методами.

Таким образом, в итоге контроля работы диффузионной батареи всегда возможно установить количество сахара, поступающего вместе со свекловичной стружкой, количество сахара, получаемого в диффузионном соке и количество сахара, потерянного в жоме и в диффузионной воде. Очевидно должен существовать в данном случае баланс сахара, т. е. количество сахара в свекле должно быть равно сумме количеств его в диффузионном соке, жоме и диффузионной воде. Напр.:

Сахара в свекле . . . . .	18 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>
Диффузионного сока по в. свеклы . . . .	110 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>
Сахара в диффузионном соке . . . . .	15,9 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>
Жома по в. свеклы . . . . .	90 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>
Сахара в жоме . . . . .	0,40 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>
Диффуз. воды по в. свеклы . . . . .	125 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>
Сахара в диффуз. воде . . . . .	0,15 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>

На основании этих данных получаем:

	С	а	р	а		
	в свекле.	в диффуз. соке.	в жоме.	в диффуз. воде.		
18,0 =	$\frac{15,9 \times 110}{100}$	+	$\frac{0,40 \times 90}{100}$	+	$\frac{0,15 \times 125}{100}$	ε

В действительности такого баланса сахара в диффузионной батарее не существует, т. е. всегда наблюдается в итоге некоторая недостача сахара, или, как общепринято—неопределенные потери сахара.

§ 73. Вопрос о неопределенных потерях сахара на диффузии возникал, как в первые же годы применения на сахарных заводах диффузионной батареи, так и гораздо позже. Напр., Fischmann (48) утверждал, что неопределенные потери сахара в диффузионной батарее могут быть 1%, по в. перерабатываемой свеклы, обусловливаемые жизнедеятельностью микроорганизмов, попадающих в таковую вместе со свеклою и водою, причем было обнаружено разложение сахара с образованием инвертного сахара, молочной, слизевой и др. кислот, с выделением угольной кисл. Уместно заметить, что эти наблюдения производились на сахарном заводе, на котором производство закончилось в марте месяце, когда перерабатывалась свекла уже загнившая. Напр., Абрагам (49) утверждал, что в диффузионной батарее могут быть неопределенные потери сахара около 0,5% по в. перерабатываемой свеклы, причем он полагал, что потери сахара, вследствие разложения его при нагревании под влиянием кислот, содержащихся в свекловичном соке, если и происходят в диффузионной батарее, то они незначительны, в отличие от потерь сахара, происходящих там же вследствие жизнедеятельности микроорганизмов, которые поступают в диффузионную батарею вместе с землею, приставшей к свекле, и вместе с накачиваемою в нее прудовою или речною водою. Как известно, многие микроорганизмы переносят нагрев до температуры 50°C, а потому в условиях работы диффузионной батареи вполне возможна их жизнедеятельность.

Вышеизложенное мнение было подтверждено наблюдениями, сделанными Бренделем (50) на одном русском сахарном заводе, причем он констатировал неопределенные потери сахара в диффузионной батарее около 0,5% по в. перерабатываемой свеклы. Следует заметить, что подобных результатов никто из других исследователей не получил, а потому приходится высказать предположение о наличии в данном случае как в земле, приставшей к свекле, так и в накачиваемой воде особых микроорганизмов, обладающих исключительной способностью разлагать сахар.

§ 74. Выше неоднократно было указано, что в условиях работы диффузионной батареи совершаются одновременно три процесса: физико-химический, химический и биологический. Каждый из двух последних процессов может обусловить, в зависимости от условий, в которых он будет протекать, большие или меньшие неопределенные потери сахара на диффузии. Что касается первого процесса, то при нем действительных неопределенных потерь сахара не может быть, так как содержащийся в свекле сахар распределяется, путем диффузии, через стенки свекловичных клеток, между диффузионным соком, жомом, диффузионною водою, где он целиком и должен быть обнаружен при анализах их.

В свекле, или, вернее сказать, в соке ее содержится целый ряд оптически деятельных азотосодержащих несахаров, как, например, аспарагин, аспарагиновая кислот., глютамин, глютаминовая кислот., которые в условиях анализа свеклы, с целью определения в ней количества сахара, могут обусловить ошибку в сторону плюса или минуса.

Pellet (51) произвел ряд соответствующих опытов, причем получил такие результаты (см. табл. LXIV):

Таблица LXIV.

	Глютамин	Глютамин кислота	Аспарагин	Аспараги- новая кислота.
Водный раствор . . .	+ 7.0	+ 10.0	+ 9.0	+ 9.0
В растворе свекло- вого уксуса . . .	- 24.0	3.0	+ 84.0	+ 18.9
В растворе соляной кисл. . . . .	+ 44.0	+ 12.2	+ 46.2	+ 35.2

Примечание: Растворы были приготовлены однопроцентные. Результаты наблюдения были пересчитаны на поляризацию сахара, принятую за 100.

Из этих данных видно, что означенные вещества могли бы оказывать влияние на результаты определения сахара в свекле, если бы содержание их в последнем было бы значительнее. Конечно, указанные оптически деятельные азотосодержащие несахара обусловили бы собою неправильный учет сахара на диффузии, если бы в условиях работы диффузионной батареи они подвергались видоизменениям, сопровождающимся изменением в ту или иную сторону их вращательной способности; но такого рода предположение не имеет фактических оснований.

§ 75. Как известно, в свекле, или, вернее сказать, в мякоти ее, присутствуют в нерастворенном виде оптически недействительные несахара, которые при нагревании в воде или в слабо кислом растворе, каковым является свекловичный сок, способны переходить в растворимое состояние и делаться оптически деятельными. К числу таких несахаров принадлежат пектиновые вещества. В условиях анализа свеклы, с целью определения в ней содержания сахара, свекловичная мякоть подвергается продолжительному нагреву с водою, т. е. в данном случае вполне возможно превращение нерастворимых оптически деятельных пектиновых веществ в растворимые оптически деятельные, что в результате может обусловить не действительное, а фиктивное содержание сахара в анализируемой свекле. В условиях работы диффузионной батареи, свекловичная стружка подвергается также продолжительному нагреву, т. е. создаются условия благоприятные для превращения нерастворимых оптически недействительных пектиновых веществ в растворимые и оптически деятельные. Существенное различие в том и другом случае будет заключаться в том, что в условиях анализа свеклы пектиновые вещества вымываются водою из разорванных клеток свекловичной мякоти, а в условиях диффузионного способа извлечения сахара из свеклы пектиновые вещества должны диффундировать через стенки клеток свекловичной стружки, но эти вещества обладают коллоидальным характером и, как таковые, они плохо диффундируют, в результате чего большая

часть их остается в жоме и только меньшая часть их переходит в диффузионный сок. Дохленко (52) произвел целый ряд опытов с целью выяснения, какое влияние могут оказать, содержащиеся в свекле пектиновые вещества, на точность определения содержания сахара в свекле. Если определять содержание сахара по прямой и инверсионной поляризации в свекле, пользуясь методом холодной и горячей водной дигестии и применяя при инверсионном способе для осветления вместо свинцового уксуса костяной уголь, получаются такие результаты (см. табл. LXV):

Таблица LXV.

Горячая дигестия сахара ‰		Холодная дигестия сахара ‰	
Прямая.	Инверс.	Прямая.	Инверс.
15.40	14.62	15.70	15.73
15.60	14.81	15.50	15.55
16.00	14.68	15.60	15.67

Из этих данных видно, что в условиях горячей водной дигестии пектиновые вещества, содержащиеся в свекле, переходят в раствор, а в условиях холодной водной дигестии они остаются в свекле.

Если производить определение содержания сахара в свекле по прямой и инверсионной поляризации, пользуясь холодной водной дигестией и применяя при инверсионном способе для осветления свинцовый уксус, то получаются такие результаты (см. табл. LXVI):

Таблица LXVI.

Без свинцового уксуса сахара ‰		С свинцовым уксусом сахара ‰	
Прямая.	Инверс.	Прямая.	Инверс.
19.80	19.20	19.70	19.71
19.10	18.75	19.10	19.03
19.50	19.03	19.60	19.52
19.80	19.21	19.80	19.94

Из этих данных видно, что пектиновые вещества, содержащиеся в свекле и переходящие в раствор в условиях горячей водной дигестии, осаждаются свинцовым уксусом.

Тот же исследователь производил полное обессахаривание свекловичной мязки, при посредстве спиртовой экстракции, каковую затем подвергал горячей водной дигестии без прибавления свинцового уксуса, причем получил растворы, которые имели вращение вправо (см. табл. LXVII):

Таблица LXVII.

Опыт.	Поляризация.
I	+0.5
II	+0.9
III	+1.20
IV	+1.20
V	+2.10

Когда к полученным растворам прибавлялся свинцовый уксус, то из них выпадал хлопьевидный осадок, причем фильтрат не обладал вращательной способностью.

Эти данные лишний раз подтверждают то, что при воздействии воды при нагреве на свеклу, содержащиеся в ней лектиновые вещества, переходят в раствор и становятся оптически деятельными, но при прибавлении к раствору свинцового уксуса они осаждаются сполна.

Таким образом, при химическом контроле работы диффузионной батареи, применяя правильные методы определения сахара в свекле, диффузионном соке, диффузионной воде и жоме, возможно устранить какое либо влияние на возникновение неопределенных потерь сахара на диффузии.

§ 76. Свекловичный сок обладает кислой реакцией, благодаря наличию в нем свободных органических кислот, среди которых преобладает щавелевая кислота. Получаемый диффузионный сок обладает также кислой реакцией, так как означенные кислоты в условиях работы диффузионной батареи диффундируют через стенки свекловичных клеток в окружающий их диффузионный сок. Claassen (53) производил систематическое определение кислотности нормального сока и диффузионного сока в продолжении всей кампании, причем получил результаты (см. табл. LXVIII):

Таблица LXVIII.

Д а т ы.	Нормальный сок.		Диффузионный сок.	
	Поляр.	Кислотн.	Поляр.	Кислотн.
29-ix—5-x	14.62	2.0	10.60	1.7
13-x—19-x	15.57	2.8	11.03	2.2
27-x—2-xi	15.15	3.1	11.40	2.4
10-xi—16-xi	15.23	3.5	11.70	2.8
17-xi—23-xi	14.28	3.9	11.51	3.0
24-xi—30-xi	14.15	3.2	11.14	2.7
8-xii—14-xii	13.44	3.9	10.77	2.3
15-xii—20-xii	12.64	3.8	10.21	2.4

Примечание. Кислотность соков выражалась числом куб. сант. нормального раствора едкого натра.

Если принять во внимание, что свекловичная стружка и окружающий ее сок подвергаются в диффузионной батарее сравнительно продолжительному нагреву при относительно повышенной температуре, то возможно предположить в данных условиях наличие разложения сахара под влиянием кислот, т. е. инверсии его с образованием инвертного сахара. Разумеется, если такого рода процесс будет происходить в диффузионной батарее, то он будет сопровождаться неопределенными потерями сахара на диффузии. Тот же исследователь (54) производил систематическое определение инвертного сахара в перерабатываемой свекле и в получаемом диффузионном соке в течение всей кампании, причем получил результаты (см. табл. LXIX):

Таблица LXX.

Число дн.	Свекла.		Диффуз. сок.		Инвертн. сахара на 100 в. ч. сах.	
	Сахара %	Инвертн. сах. %	Сахара %	Инвертн. сах. %	Сахара %	Инвертн. сах. %
2	12,71	0,11	9,73	0,12	1,13	1,24
7	12,81	0,12	9,86	0,17	0,91	1,70
9	12,85	0,13	9,80	0,18	1,00	1,75
11	12,85	0,13	9,83	0,20	0,97	2,02
12	12,98	0,11	9,71	0,19	0,85	2,26
13	12,45	0,11	9,82	0,19	0,89	2,00
14	12,27	0,13	9,01	0,21	1,06	2,32
16	12,69	0,13	9,17	0,23	1,03	2,42

Из этих данных видно, что содержание сахара в диффузионном соке, по сравнению с таковым в свекле, больше, а это указывает на образование новых количества инвертарного сахара, т. е., что то же, на инверсию сахара в диффузионной батарее.

Нордбю (55) произвел нарезание свекловичной массы и диффузионного сока при 90°С в течение разного времени и определил содержание в них инвертного сахара, причем получил также результаты (см. табл. LXX):

Таблица LXX.

Продолжи- тельность на- грева (мину- т)	Свекловичный	Диффузион.
	сок	сок
	Инвертн. сах. %	Инвертн. сах. %
0	0,113	0,123
10	0,123	0,123
30	0,130	0,125
60	0,135	0,133

Эти данные подтверждают правильность вышеизложенного заключения относительно возможности инверсии сахара в условиях работы диффузионной батареи, а вместе с этим и существование на диффузии неопределенной потери сахара.

При переработке здоровой свеклы величина неопределенных потерь сахара на диффузии, происходящих от разложения сахара под влиянием кислот, содержащихся в свекловичном соке, едва ли превышает 0,1%, по в. перерабатываемой свеклы. Конечно, в случае переработки нездоровой свеклы, напр. загнившей, неопределенные потери сахара на диффузии, обуславливаемые вышеуказанной причиной, могут быть больше, потому что такого качества свекла обычно имеет сок, отличающийся сильно кислотной реакцией.

§ 77 В настоящее время признают, что главная причина неопределенных потерь сахара на диффузии заключается в жизнедеятельности микроорганизмов (бактерии) и в действии неорганических ферментов (энзимов).

Из энзим в свекле обнаружены с несомненностью две: инвертаза и тирозиназа. Гольдштайн (56) изучал опытным путем влияние этих энзим на сахар и пришел к заключению: действие инвертазы

на сахар, выражающееся разложением его с образованием инвертного сахара, несомненно, происходит, но весьма медленно (спустя несколько часов) и при пониженной температуре (напр., не выше 40°C), а потому в условиях работы диффузионной батареи действие этой энзимы является маловероятным. То же самое относится к тирозиназе.

§ 78. В диффузионном соке всегда обнаруживается присутствие разного рода микроорганизмов, которые попадают в него вместе с корнями свеклы и приставшей к ним землею. Действительно, бактерии возможно обнаружить на вымытых корнях свеклы между волосками корешков, на неровностях поверхности и на пораненных местах. Кроме того, бактерии могут попадать в диффузионный сок вместе с водою, накачиваемой в диффузионную батарею, если эта вода берется из реки, пруда, т. е. из водоемов, всегда более или менее загрязненных; так как многие из бактерий выносят продолжительный нагрев при повышенной температуре, напр., *Bacillus subtilis*, выдерживает многократное кипячение, продолжающееся каждый раз около часа.

При продолжительном стоянии диффузионного сока в открытом сосуде, он делается слизистым, становится коричнево-желтым, причем полимеризация его уменьшается, а кислотность возрастает. Напр., Андрикс (57) оставлял стоять диффузионный сок в открытом сосуде при температуре 50°C—55°C в течение разного времени, причем получил такие результаты (см. табл. LXXI).

Таблица LXXI.

Время часов.	Вод.	Сахар.	Дифф.	Кисл.
0	13,3	11,39	85,6	2,0
18	12,7	9,83	77,1	6,0
60	12,9	6,29	48,6	11,8
144	11,9	2,69	18,0	29,8
312	18,5	1,74	9,4	52,9

Такого рода изменение диффузионного сока обуславливается в большинстве случаев присутствием в нем особого грибка, называемого *Leucopostoc*. Он по внешнему своему виду напоминает бактерии вида „кокков“, т. е. представляет собою клетки шарообразной формы, которые в известной стадии развития на соответствующем питательном субстрате покрываются снаружи студенеобразной оболочкой, состоящей преимущественно из декстрина; последняя следует рассматривать, как продукт ассимиляции грибка. Под влиянием жизнедеятельности этого грибка сахар разлагается сначала с образованием инвертного сахара, а в конечном результате с образованием ряда органических кислот. Насколько быстро протекает этот процесс разложения сахара под влиянием означенного грибка, можно судить из опытов Бренделя (58), который заражал диффузионный сок клеточною массою, причем получил следующие результаты (см. табл. LXXII):

Таблица LXXII.

Время часов.	Сахара ‰	Инвертн. сахара ‰	Кислотн. к. е.
0	10,43	0,25	6,5
3 $\frac{1}{4}$	10,13	0,28	12,0
1 $\frac{1}{4}$	9,89	0,38	14,0
13 $\frac{1}{4}$	9,64	0,48	18,0

Из этих данных видно, что через 1 час убыль сахара в диффузионном соке составляла около 0,5%, а прибыль инвертного сахара в нем была всего около 0,1%, причем кислотность сока возросла в три раза, т. е. очевидно, под влиянием жизнедеятельности названного грибка, одновременно с разложением сахара происходит разложение инвертного сахара с образованием органических кислот.

*Leuconostoc* развивается лучше всего при температуре 30°C—35°C, хотя рост его не прекращается, как при 40°C—43°C, так и при 11°C—14°C; он умерщвляется при температуре 87°C—88°C, если он покрыт снаружи слизью, и при температуре 83,5°C—86,5°C, если он свободен снаружи от таковой; в виде спор он умерщвляется только при температуре 114°C.

В диффузионном соке иногда находятся микроорганизмы, относящиеся к группе *Bacillus mesentericus*, из которых более других известен *Clostridium gelatinosum* Гаха. Он также развивается в сахарном растворе, образуя большое количество слизи, причем сахар разлагается с образованием сначала инвертного сахара, а затем с образованием органических кислот. К нагреванию *Clostridium* относится аналогично *Leuconostoc*у.

§ 79. Чтобы выяснить, насколько энергично воздействие на сахар свекловичного сока микроорганизмов, могущих попасть в диффузоры вместе с землей, приставшей к корням свеклы и с водою, накачиваемой в диффузионную батарею, Минц (59) вносил в свекловичный сок разное количество земли, взятой со свекловичной плантации, а также прибавлял к нему разное количество загрязненной прудовой воды, нагревал в термостате в течение 1 часа при температуре 30°C—40°C, затем повышал в течение  $\frac{1}{4}$  часа температуру до 70°C—75°C, после чего охлаждал в течение  $\frac{1}{4}$  часа до 20°C, причем он получил такие результаты (см. табл. LXXIII):

Таблица LXXIII.

Количество земли.	Полярзация.		Разница.	Количество воды к. е.	Полярзация.		Разница.
	До	После			До	После	
1 гр.	22,60	22,60	0	10	22,60	22,55	0,05
1 "	22,35	22,30	0,5	25	22,35	22,25	0,10
1 "	19,40	19,40	0	25	19,40	19,30	0,10

Из этих данных видно, что в условиях аналогичных тем, которые могут быть в диффузионной батарее при переработке свекловичной и при применении загрязненной воды, если и наблюдается

разложение сахара под влиянием жизнедеятельности могущих быть в данном случае микроорганизмов, то оно не сопровождается большими потерями его.

Goppelmann (69) заражал сахарный раствор бактериями, находящимися в воде, накачиваемой в диффузионную батарею и содержащей в 1 куб. сант. 30.240 особей, нагревал в термостате при 40°C в течение разного времени, причем получил такие результаты (см. табл. LXXIV):

Таблица LXXIV.

Время часов.	Поляриз.	Сахара %	Разница.
0	39,8	9,55	—
2	38,5	9,21	0,34
15	37,3	8,95	0,60

Тот же исследователь заражал сахарный раствор бактериями (чистой культуры), находящимися в земле, приставшей к свекловичным корням, и нагревал в термостате при разных температурах, причем получил такие результаты (см. табл. LXXV):

Таблица LXXV.

Температура С.	Сахара %	Разница.
—	14,5	—
45	11,4	3,1
75	13,8	0,7

§ 80. Если учесть все изложенное о жизнедеятельности микроорганизмов, могущих попасть в диффузионную батарею вместе с перерабатываемой свеклой и с применяемой водой, то возможно прийти к выводу, что в условиях работы диффузионной батареи действие их может быть ограниченное, а именно: в диффузоре, загруженном свекловичною стружкой и в следующем за ним, в которых сок находится в течение 10—15 минут при температуре 25°C—50°C, и в диффузоре, в который накачивается вода и следующий за ним, где сок остается в течение 10—15 минут при температуре 40°C—60°C, в этих диффузорах жизнедеятельность микроорганизмов возможна, а вместе с этим и возможно разложение сахара ими; что касается остальных диффузоров, в которых сок пребывает в течение около 1 часа, то там бывает температура около 80°C, каковая исключает жизнедеятельность большинства микроорганизмов.

Таким образом, в нормальных условиях работы диффузионной батареи, т. е. когда перерабатывается здоровая чистая свекла, применяется свежая незагрязненная вода, возможность возникновения неопределенных потерь сахара на диффузии под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов, если и не исключается совершенно, то эта возможность настолько ограничена условиями температуры и времени, что практически следует признать неопределенные потери сахара на диффузии, происходящими по причинам биологического характера неопределимыми, вследствие их очень малой величины.

При ненормальных условиях работы диффузионной батареи, т. е. когда перерабатывается порченная, загрязненная свекла, применяется застаившаяся нечистая вода, тогда неопределенные потери сахара на диффузии могут быть значительными и особенно, если не будут приняты своевременно те меры, которые были указаны выше. Во всяком случае, уменьшая продолжительность полного оборота работы диффузионной батареи, повышая температуру нагрева сока в калоризаторах, и особенно при крайних диффузорах, тем самым будут созданы условия, весьма неблагоприятные для жизнедеятельности микроорганизмов в диффузионной батарее, а вместе с этим будут устранены значительные неопределенные потери сахара на диффузии.

§ 81. В заключение всего вышесказанного по вопросу о неопределенных потерях сахара на диффузии по причинам биологического характера уместно привести здесь соображения, высказываемые по этому вопросу Claassen'ом (61). При самых неблагоприятных условиях в 1 куб. сант. диффузионного сока содержится 2,14 миллиона бактерий, объем одной бактерии равен 4 куб. микронам, уд. вес бактериальной массы около 1. Тогда на 1 миллиграмм бактериальной массы приходится 250 миллионов бактерий, или в 1 литре диффузионного сока содержится 8,5 миллиграмм бактериальной массы. Если предположить, что все присутствующие в диффузионном соке бактерии разрушают сахар, если продолжительность действия их будет 30 минут (в действительности в условиях работы диффузионной батареи это время следует признать преувеличенным), то при этих условиях одна бактерия может разложить максимум столько сахара, сколько она весит сама, т. е. 8,5 грамм сахара на 1 куб. метр диффузионного сока. Таким образом, при самых благоприятных условиях для жизнедеятельности бактерий в диффузионной батарее, они способны за время полного оборота работы диффузионной батареи, напр., в 1½ часа, разложить 0,003% сахара из в. диффузионного сока. Даже, если допустить, что действие бактерий и проч. причины биологического характера будут обуславливать неопределенные потери сахара на диффузии в 20 раз большие, чем то вычислено теоретически, то и тогда эти потери составляют не более 0,05% по в. свеклы. Эти соображения лишний раз подтверждают, что даже при ненормальных условиях работы диффузионной батареи неопределенные потери сахара на диффузии будут не столь значительны, как это могло бы казаться.

§ 82. Итак, резюмируя все вышесказанное о неопределенных потерях сахара на диффузии, приходим к выводу, что таковые потери теоретически должны существовать по причинам химического и биологического характера, но эти потери сахара настолько малы, что практически их следует признавать неопределимыми.

Herzfeld (62) произвел ряд опытов с целью выяснения существования неопределенных потерь сахара на диффузии, причем он пользовался специально устроенной диффузионной батареей, отличающейся от обычной только малыми размерами. Принимая во внимание, что при указанных условиях возможно было точно взвесить количество перерабатываемой свеклы, диффузионного сока, диффузионной воды, жома, а также возможно было отобрать действительно средние пробы их и произвести определение содержания в них сахара, т. е. при данных условиях опытов возможно было вполне установить баланс сахара на диффузии, а вместе с этим выяснить суще-

ствование неопределенных потерь сахара на диффузии. Всего опытов было произведено одновременно 7 с свеклой разных качеств, при этом были получены такие результаты (см. табл. LXXVI):

Таблица LXXVI.

№ опыта.	Сахара в свекле %	Сахара в диффузионном соке, жоме и диффузионной воде.	Неопределенные потери сахара % по в. свеклы.
I	14,27	14,24	0,03
II	13,23	13,20	0,03
III	12,53	12,48	0,05
IV	14,29	14,29	0,00
V	13,65	13,33	0,32
VI	12,70	12,68	0,02
VII	13,01	12,84	0,17
Среднее			0,085

Примечание. Свекла в опыте V-м была вялая, а в опыте VII-м—мерзлая.

Из этих опытов явствует, что неопределенные потери сахара на диффузии, если и существуют, то они весьма незначительны и при нормальных условиях едва ли превышают 0,05% по в. свеклы.

§ 83. Тот же исследователь (63) произвел в сахарном заводе учет сахара в диффузионной батарее с целью выяснения существования неопределенных потерь сахара. Сахарный завод перерабатывал в сутки 12.000 центнеров свеклы, имел диффузионную батарею, состоящую из 14 диффузоров по 50 гектолитр. емкости каждый, причем диффузоры были высотой по 3,12 метр. и диаметром по 1,60 метр. и обладали цилиндрической формой; нагрузка диффузора свекловичною стружкой была 51—52 центнера, делали диффузоров в 1 час 11—12, откачивали диффузионного сока около 110% по в. свеклы. Взвешивание перерабатываемой свеклы производилось при помощи автоматических весов, отмеривание получаемого диффузионного сока совершалось в мерниках, снабженных автоматическим счетчиком сока, отбор проб свеклы, диффузионного сока, жома и диффузионной воды, а равно определение в них сахара совершалось с возможной систематичностью и тщательностью. Результаты этого учета были таковы:

Переработано свеклы 17.005,6 двойных центнеров, содержащей 16,76% сахара, а потому в диффузионную батарею введено 2851,4 дв. центнеров сахара.

В диффузионной батарее найдено сахара:

- в диффузионном соке 2684,78 дв. центнеров, или 94,20% введенного сахара, или 15,79% сахара по в. свеклы;
- в жоме 87,41 дв. центнеров, или 3,10% введенного сахара, или 0,52% по в. свеклы;
- в диффузионной воде 9,35 дв. центнеров, или 0,33% введенного сахара, или 0,05% по в. свеклы;
- в оставшихся в диффузионной батарее свекловичной стружке и в соке 35,56 дв. центнеров, или 1,23% введенного сахара, или 0,22% по в. свеклы.

Итого в диффузионной батарее найдено сахара 2818,10 дв. центнеров, или 98,91% введенного сахара, или 16,58% по в. свеклы, и не

найдено в ней сахара 32,04 дв. центнера, или 1,09%, введенного сахара, или 0,18% по в. свеклы.

Необходимо заметить, что при определении веса перерабатываемой свеклы показание автоматических весов корректировалось показанием десятичных весов, так как при взвешивании свеклы на тех и других весах была обнаружена разница, а именно:

Вес свеклы на автоматич. весах килогр.	Вес свеклы на десятичн. весах килогр.	Разница в ‰
412,0	418,85	1,66
405,0	411,0	1,48
402,0	404,0	0,437
415,0	418,0	0,72
405,0	407,7	0,36
411,0	413,65	0,65
404,0	407,8	0,94

В среднем разница показаний тех и других весов составляла 0,94‰, т. е. почти 1‰.

Rellet (64) произвел на сахарном заводе учет сахара в диффузионной батарее, с целью выяснения существования неопределенных потерь сахара на диффузии, причем получил такие результаты:

Переработано свеклы килогр. . . . .	9.850.500
Сахара в свекле ‰ . . . . .	15.131
Введено сахара в свекле . . . . .	1.233.714,6
Получено диффузионного сока гектолитр. . . . .	85.338,5
Сахара в диффузионном соке (по объему) . . . . .	13.898
Найдено сахара в диффузионном соке килогр. . . . .	1.186.116,9
Потери сахара в диффузионных отбросах в ‰ по в. свеклы	0,496
Потеряно сахара в диффузионных отбросах килогр. . . . .	40.778,12
Определено сахара килогр. . . . .	1.226.895,1
Не определено сахара килогр. . . . .	6.819,5
Неопределенные потери сахара в ‰ по в. свеклы . . . . .	0,069

Weisberg (65) произвел учет сахара на сахарном заводе в диффузионной батарее, с целью выяснения потерь сахара на диффузии, причем получил такие результаты:

Переработано свеклы килогр. . . . .	99.640.012
Сахара в свекле ‰ . . . . .	12,78
Введено сахара в свекле . . . . .	12.733.933
Получено диффузионного сока килогр. . . . .	116.474.559
Сахара в диффузионном соке ‰ . . . . .	10,39
Найдено сахара в диффузионном соке килогр. . . . .	12.101.796
Потери сахара в диффузион. отбросах в ‰ по в. свеклы	0,503
Потеряно сахара в диффузион. отбросах килогр. . . . .	501.189
Определено сахара килогр. . . . .	12.602.985
Не определено сахара килогр. . . . .	130.948
Неопределенные потери сахара в ‰ по в. свеклы . . . . .	0,131

Подводя итог всему тому, что было изложено выше по вопросу о неопределенных потерях сахара на диффузии, надо признать окончательно, что таковые потери происходят в диффузионной батарее при нормальной работе по причинам химическим и биологическим, но они настолько малы, что являются трудно определяемыми и с

существовании их возможно заключить только из того факта, что при учете баланса сахара в диффузионной батарее всегда констатируется недостача его в количестве около 0,1% по в. свеклы. Напр., на сахарном заводе в Dormagen'e, где директором состоит Claassen, при химическом контроле работы завода, произведенного Негманном (66), были получены следующие результаты (см. табл. LXXVII):

Таблица LXXVII.

Даты производства.	1901—	1902—	1903—
	1902 г.г.	1903 г.г.	1904 г.г.
Общие потери сахара на диффузии . . .	0,64	0,70	0,63
Определенные потери сахара . . . . .	0,52	0,55	0,53
Неопределенные потери сахара . . . . .	0,12	0,15	0,10

§ 84. При извлечении сахара из свеклы диффузионным способом отбросами являются жом и диффузионная вода.

Жом представляет собою почти обессахаренную свекловичную стружку, а потому состав его можно признать идентичным составу свекловичной мякоти, т. е. он содержит клетчатку, пектиновые вещества, белковые вещества и прочие нерастворимые соединения стенок свекловичных клеток и содержимого последних.

Но в условиях работы диффузионной батареи в жоме остаются также и растворимые соединения, входящие в состав свекловичного сока. Как известно, из 100 в. ч. сахара в свекле диффундируют в сок около 97 в. ч. его и из 100 в. ч. растворимых веществ в свекле диффундируют в сок 70 в. ч. их; таким образом, остальные 3 в. ч. сахара и 30 в. ч. несахара распределяются между жомом и диффузионной водой.

Если учесть, что свекловичная мякоть целиком остается в жоме (около 5%), если допустить, что жом будет содержать около 1% экстрактивных веществ (напр., 0,35% сахара и 0,65% несахара), то жом будет состоять из 6% сухих веществ и 94% воды.

Для того, чтобы судить о составе жома, выгружаемого из диффузоров, приводим результаты анализов проб такового (см. табл. LXXVIII), полученные Stiff'ом (67):

Таблица LXXVIII.

Пробы жома.	I.	II.	III.
Воды . . . . .	92,795	91,995	92,960
Сухих веществ . . . . .	7,205	8,025	7,135
Белковых веществ . . . . .	0,64	0,72	0,68
Небелк. азот. веществ . . . . .	0,05	0,05	0,04
Жиры . . . . .	0,025	0,045	0,05
Небелк. экстр. веществ . . . . .	4,75	5,34	3,70
Клетчатки . . . . .	1,71	1,58	1,88
Зола . . . . .	0,26	0,28	0,26
Песку . . . . .	0,03	0,01	0,025

Что касается количества жома, получаемого при выгрузке диффузоров, то его возможно вычислить. Если в 100 килогр. свеклы заключается 93 килогр. сока, имеющего уд. вес, равный 1,08 (соответ-

ствующий (Вркс = 20), то это количество сока занимает объем в свекловичных клетках:  $\frac{93}{1,08} = 86$  литр. В жоме указанный объем в свекловичных клетках заменен слабым соком, подобным диффузионной воде и имеющим уд. вес, равный 1,004, а потому весящим  $86 \times 1,004 = 86,33$  килогр., и, если в 100 килогр. свеклы содержится 4,5 килогр. мякоти, то жома получится  $86,33 - 4,5 = 90,83$  килогр. на 100 килогр. свеклы. Но в жоме, выгружаемом из диффузора, всегда содержится некоторое количество приставшей к нему с поверхности воды, а потому количество получаемого жома в неотжатом виде обычно бывает от 95% до 100% по в. перерабатываемой свеклы.

Количество жома, получаемого по в. свеклы, находится в некоторой зависимости от емкости диффузоров, составляющих батарею, как то явствует из опытных данных Rydlewsk'ого (68):

Емкость диффузора гектолитр.	Жома % по в. свеклы.
29	100,0
45	98,1—99,7
65	93,6—97,8

Итак, жом, получаемый при диффузионном способе извлечения сахара из свеклы, является относительно малоценным отбросом производства, так как содержит в своем составе очень мало сухих веществ и очень много воды. Принимая во внимание, что жом используется, как корм для скота, нельзя не согласиться с мнением тех, которые высказывались при введении диффузионного способа взамен прессового способа извлечения сахара из свеклы, что высоложенная свекловичная стружка, получаемая при новом диффузионном способе, является менее ценным кормовым средством, чем отжатая свекловичная стружка, получаемая при старом прессовом способе, и тем более, что рационы, установленные сельскими хозяевами для прессового жома, оказываются совершенно непригодными для диффузионного жома, а это на практике вызывает большие неудобства к рациональному использованию этого жома, как кормового средства.

Чтобы судить о различии в составе жома, получаемого при прессовом и диффузионном способах извлечения сахара из свеклы, возможно руководствоваться нижеуказанными результатами анализа их (см. табл. LXXIX), полученными Maerker'ом (69):

Таблица LXXIX.

Д и ф ф у з и о н н ы й ж о м .															
Сырое вещество %.								Сухое вещество %.				Беззольное вещество %.			
Воды.	Сух. вец.	Зола.	Жиры.	Клетчатка.	Азот. в-ществ.	Безазот. вецеств.	Зола.	Жиры.	Клетчатка.	Азот. в-ществ.	Безазот. вецеств.	Жиры.	Клетчатка.	Азот. в-ществ.	Безазот. вецеств.
93.01	6.99	0,31	0,03	1,75	0,63	4,27	4,45	0,50	25,13	9,04	60,88	0,52	26,30	9,64	63,72
П р е с с о в ы й ж о м .															
73.02	26,98	2,17	0,25	5,36	1,87	17,33	8,00	0,93	20,00	6,94	64,13	1,01	21,74	7,54	69,72

Из этих данных очевидно, насколько сырой диффузионный жом является менее ценным кормовым средством, чем сырой прессовой жом. При введении диффузионного способа извлечения сахара из свеклы высказывалось мнение, что сухое вещество получаемого в данном случае жома содержит меньше питательных веществ, чем сухое вещество прессового жома; но это мнение оказалось неправильным, как то явствует из вышеприведенных данных: первый жом содержит в сухом веществе больше белковых веществ, чем второй жом, а потому является более ценным кормовым средством, конечно, если в том и другом случае будут содержаться равные количества сухих веществ, напр., после высушивания.

§ 85. Обычно на русских сахарных заводах из общего количества жома не менее одной трети расходовалось в течение производства на корм скота, как владельцев завода, так и плантаторов, остальные две трети жома прихотилось по окончании производства сохранять в течение около полугода, расходуя его для той же цели. Хранение жома производится в особо устроенных, так называемых, *жомовых ямах*, имеющих соответственные размеры. Эти ямы выкапываются в земле на некотором расстоянии от заводской усадьбы и во всяком случае не менее 100 сажень, так как выделяющиеся при хранении жома газообразные продукты, обладают специфическим неприятным запахом, портящим воздух, что является недопустимым по условиям санитарии и гигиены.

Жомовые ямы обычно выкапываются в водонепроницаемом (глинистом) грунте, потому что при хранении в них жома получается, так называемая, жомовая вода, содержащая значительное количество растворимых веществ кислотного характера, попадание которых в общественные водоемы (реки, пруды) влечет за собою загрязнение последних. Бока ямы делаются наклонными, под углом около 45 град., и иногда забираются досками или покрываются плетнем из хвороста; дно ямы обязательно замощивается твердым камнем или же покрывается деревянным полом из сосновых досок, что необходимо во избежание потери жома при заборе его подводами, так как в противном случае часть его затапывается ногами животных. По дну ямы и вдоль ее проводятся две—три канавы, имеющих уклон в одну сторону и соединяющихся в конце в одну общую канаву, которая подходит к колодезю, вырытому в дне ямы. Канавы заполнены хворостом, а колодезь снабжен деревянным срубом. Назначение канав и колодца таково, что при хранении жома с него стекает вода, которая проходит через хворост в канавы, течет по дну их и собирается в колодезь, откуда время от времени она откачивается насосом, установленным на поверхности около ямы и приводимом в движение от специального парового насоса или от насоса в соединении с электромотором.

По бокам и вдоль ямы укладываются рельсы, по которым движутся железные вагонетки с жомом; при опрокидывании вагонеток жом выгружается в яму. В одной из меньших боковых сторон ямы устраивается стенка, снабженная воротами, закрывающимися при загрузке ямы жомом и открывающимися при заборе жома из ямы; к воротам устраивается пологий мощный спуск, по которому могли бы подезжать подводы для загрузки жома.

Что касается того жома, который должен быть израсходован на корм скота во время производства, то он выбрасывается из вагонеток на пути к жомовым ямам под откос, забранный досками (эстокада), откуда он может быть нагружен на подводы.

§ 86. Если предположить, что количество жома, подлежащее хранению в ямах, составляет 50% всего того количества его, которое будет получаться в течение производства, причем выход жома составит 90% по в. перерабатываемой свеклы, то, в частном случае, на сахарном заводе, перерабатывающем в сутки 4 000 берк. свеклы и работающем в производство 80 суток, надлежит иметь не менее 3-х жомовых ям, причем емкость каждой будет:

$$\frac{4000 \times 12 \times 16,4 \times 90 \times 80 \times 50 \times 1}{100 \times 100 \times 3 \times 750} = 12.500 \text{ куб. метр.}$$

причем вес 1 куб. метр. жома свежего принят равным 600 килогр. (по указанию Claasson'a), а вес 1 куб. метр. кислого жома равен 900 килогр. (по указанию Maerkel'a). Предполагая, что длина ямы будет 60 метр., ширина 30 метр. и глубина 8 метр., получаем объем такой ямы равным 12.400 куб. метр.

§ 87. Жом, поступающий из диффузоров, попадает в находящийся под ямми желоб (или цементированную кирпичную канаву), сообщающийся приемником жома, представляющим собою ничто иное, как четырехугольную кирпичную или бетонную яму, внутрь которой вставлен железный ящик с наклонными стенками, имеющими многочисленные сквозные отверстия диаметром 5 мм. Емкость этого ящика должна быть равна емкости 2-х—3-х диффузоров. Жом вместе с диффузионной водою поступает по желобу внутрь ящика, причем вода проходит через дырчатые стенки его и собирается на дне ямы, откуда стекает по выводной канаве в сборник перед насосом, а жом остается внутри ящика, откуда забирается шнеком и выбрасывается им в вагонетки. Винт шнека заключен в железный полцилиндрический желоб, стенки которого на две трети длины дырчатые и снабжены снаружи железным кожухом, по которому стекает вода, выделяющаяся из жома при сжатии его винтом и проходящая через отверстия в стенках желоба. Нередко винт шнека заключается в железный цилиндрический желоб с дырчатыми стенками, снабженный снаружи железным кожухом. В таком „закрытом“ шнеке жом подвергается более сильному сжатию винтом, а потому из жома удаляется значительное количество воды, т. е. в данном случае шнек играет роль жомового пресса. Во избежание поломки шнека следует избегать проталкивания в него на ходу жома при посредстве деревянных шестов, а также надо следить за тем, чтобы в жомовую канаву не попадали вместе с жомом твердые посторонние предметы.

Размеры шнека колеблются в зависимости от производительности его и бывают: диаметр 0,4—0,8 метр., шаг винта 0,2—0,4 метр., число оборотов около 20 в 1 минуту. Угол наклона шнека к горизонту обычно не превосходит 35°, если желоб, в котором вращается винт, будет открытый. Что касается длины шнека, то она в большинстве случаев не превышает 10 метр. Стоимость жомового шнека указанных размеров была 2000 руб. зол.

Относительно производительности жомового шнека уместно заметить, что на основании данных практики, открытый шнек, имеющий диаметр винта 0,6 метр., шаг винта 0,4 метр., при 20 оборотах в 1 минуту достаточен для суточной переработки завода около 4000 берк.

§ 88. При расчете расхода силы для приведения в действие жомового шнека в зависимости от его производительности, возможно

пользоваться теми же формулами, которые были приведены выше для бурачного шнека.

Производительность шнека килогр. в 1 секунду:

$$W = E \times \pi \times \frac{D^2 - d^2}{4} \times t \times \frac{n}{60} \times V$$

Расход сил в л. с.

$$N = \frac{P \times \sin \alpha \times n \times t}{60 \times 75}$$

причем  $P = \varepsilon \times \pi \times \frac{D^2 - d^2}{4} \times L \times V$ .

В этих формулах значения:

L — длина шнека в метр.

D — диаметр винта в метр.

d — диаметр вала винта в метр.

t — шаг вита в метр.

$\alpha$  — угол наклона шнека к горизонту.

P — вес жома в шнеке килогр.

V — вес 1 куб. метр. жома килогр.

f — коэффициент трения жома в шнеке.

b — коэффициент трения в подшипниках и зубчатой передаче.

n — число оборотов винта в 1 минуту.

$\varepsilon$  — коэффициент наводнения шнека жомом.

$\eta$  — механический коэффициент полезного действия шнека 0,3.

Предположим, что требуется определить производительность открытого жомового шнека, имеющего диаметр винта 0,6 метр. и шаг винта 0,4, длиной 10 метр., делающего 20 оборотов в 1 минуту. Вставляя в формулу для W значения:  $\varepsilon = 0,5$ ,  $D = 0,6$ ,  $d = 0,1$ ,  $t = 0,4$ ,  $n = 20$ ,  $V = 600$ , получим:

$$W = 0,5 \times 3,14 \times \frac{0,6^2 - 0,1^2}{4} \times 0,4 \times \frac{20}{60} \times 600 = 10,8 \text{ килогр. в 1 сек.}$$

или 650 килогр. в минуту, т. е. более 4500 берк. в сутки.

Предположим, что требуется определить расход сил на открытый жомовый шнек вышеуказанных размеров. Вставляя в формулу для P значения:  $\varepsilon = 0,5$ ,  $D = 0,6$ ,  $d = 0,1$ ,  $L = 10$ ,  $V = 600$ , получим:

$$P = 0,5 \times 3,14 \times \frac{0,6^2 - 0,1^2}{4} \times 10 \times 600 = 810 \text{ килогр.}$$

Вставляя значения в формулу для N:  $P = 810$ ,  $\sin \alpha = \sin 35^\circ = 0,57$  и  $\eta = 0,3$ , получим:

$$= \frac{810 \times 0,57 \times 20 \times 0,4}{60 \times 75 \times 0,3} = 3 \text{ л. с.}$$

§ 89. Отвозка жома из завода в жомовые ямы производится обычно в вагонетках лошадьми, с каковою целью устраивается узкоколейный рельсовый путь, имеющий подъем около 2—3 сант. на 1 метр. в сторону жомовых ям. Вагонетки, служащие для отвоза жома, железные на чугунных колесах, опрокидывающиеся и обязательно снабженные тормазом; нагрузка вагонеток жомом около 100 пуд. Вагонетки груженные отвозятся к жомовым ямам лошадьми, а вагонетки порожние движутся сами под уклон к заводскому зданию. Число лошадей, потребных для отвоза жома, зависит от суточной производительности

завода и от дальности расстояния жомовых ям, причем 3—4 вагонетки, груженных жомом, может вести одна лошадь, если подъем пути не будет превышать указанную норму. Отвоз жома при помощи лошадей в вагонетках имеет некоторые неудобства, потому что людям приходится работать день и ночь под открытым небом, независимо от погоды, надзор за работой этих людей, в виду дальности расстояния жомовых ям от заводского здания, является затруднительным, вследствие чего могут быть перерывы в работе на диффузии из-за несвоевременной отвозки жома; при движении порожних вагонеток, нередки случаи соскакивания их с рельс, что может сопровождаться увечьем людей; такого рода крушения весьма нередки в морозы, когда жом, падающий из вагонеток, замерзает на рельсовом пути.

§ 90. Вот почему на вновь строящихся сахарных заводах большой суточной производительности при необходимости транспортировать большую часть жома в ямы, каковые находятся на значительном расстоянии, является целесообразным применение для отвозки жома подвешенной канатной дороги. Описание устройства такого рода дороги, а равно данные для расчета ее, возможно найти в любом техническом справочнике, напр., Hütte. Приведем уместным привести некоторые сведения об устройстве подвешенной канатной дороги на одном русском сахарном заводе, перерабатывающем в сутки до 5.000 берк. свеклы. Длина пути 1.600 метров, уклон 5 милл. на 1 метр., производительность 850 тонн жома в сутки, или 35,4 тонны жома в 1 час.; вес 1 куб. метра жома 600 килогр.; нагрузка вагонеток 450 килогр. жома; скорость движения вагонеток в 1 секунду 1 метр; общее число вагонеток 75 штук; диаметр несущего каната 36 милл. из проволоки лучшей специальной литой стали, выдерживающей сопротивление на разрыв около 150 килогр. на 1 кв. милл., с 10 соединительными муфтами; диаметр ведущего каната 14 милл. из проволоки лучшей специальной литой стали, выдерживающей сопротивление на разрыв около 160 килогр. на 1 кв. милл.; ведущий шкив диаметром 3.500 метр. и такого же диаметра обводной шкив; 26 опорных железных столбов, около 5.000 нудов железной конструкции. Общая стоимость устройства означенной подвешенной канатной дороги была 35.000 рублей. Расход сил на отвозку указанного количества жома по этой дороге по расчету составляет 13 л. с.; электромотор, обслуживающий эту дорогу, имеет 18 л. с.

Разумеется, не исключается возможность устройства в вышеуказанном случае с целью отвозки жома из завода в ямы более простой и менее дорогой рельсовой канатной дороги, отличающейся от подвешенной канатной дороги тем, что вместо несущего каната укладываются на землю рельсы, по которым могут двигаться вагончики с жомом, будучи сцеплены с ведущим канатом, приводимым в движение через передачу от машины. При устройстве такой дороги надлежит рельсовому пути дать уклон в сторону жомовых ям около 1 сантиметра на 1 метр; расход сил на отвозку жома по этой дороге малым разнится от такового при отвозке жома по подвешенной канатной дороге.

§ 91. Жом при хранении в ямах подвергается влиянию разного рода микроорганизмов, благодаря чему изменяется его вид и состав: он темнеет, легко раздавливается, обладает кислым запахом и вкусом. Это объясняется тем, что высоложенная свекловичная стружка, в отличие от таковой свежей, представляет собою совокупность мертвых растительных клеток, отличающихся малой сопротивляемостью по отношению к воздействию микроорганизмов, которые проникают

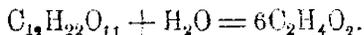
внутри свекловичных клеток и проявляют там свою жизнедеятельность, в результате чего содержимое их претерпевает глубокие изменения. Микроорганизмы, обуславливающие собою закисание жома, принадлежат к бактериям, производящим молочное, уксусное, масляное и метабовое брожение сахара. Следует заметить, что при хранении жома весьма желательное проявление жизнедеятельности только молочно-кислых бактерий и очень нежелательно проявление жизнедеятельности масляно-кислых и уксусно-кислых бактерий, придающих жому неприятный вкус и запах, благодаря чему животные его неохотно поедают.

В настоящее время установлено, что молочное брожение вызывается жизнедеятельностью целого ряда бактерий, но из них наиболее известны именуемые *Bacterium acidi lactici*. Эти бактерии принадлежат к числу анаэробных, т. е. сбраживают сахар в отсутствии кислорода воздуха, причем продуктами получаются: молочная кислота, уксусная кислот., янтарная кислот., этиловый спирт. Процесс сбраживания сахара, под влиянием молочно-кислых бактерий, может быть охарактеризован равенством:



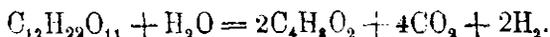
но в действительности этот процесс гораздо сложнее, так как при нем получается целый ряд побочных продуктов. Напр., опытами было установлено, что из 100 в. ч. сахара при молочно-кислом брожении получается 84% молочной кислот., 4% уксусной кислот. и 12% остальных побочных продуктов (янтарной кислот. и проч.). Наиболее благоприятной температурой для развития молочно-кислых бактерий является температура 35°—45°С, но они могут развиваться, хотя и медленно, при более высокой температуре, напр., при 50°—55°С; при нагревании до 70°—75°С бактерии умирают. Среда, в которой происходит развитие молочно-кислых бактерий, должна быть нейтральная, так как в очень кислой среде развитие этих бактерий прекращается.

Уксусное брожение сахара вызывается жизнедеятельностью особого вида бактерий, именуемых *Bacterium aceti*. Эти бактерии принадлежат к числу аэробных, т. е. могут сбраживать сахар только в присутствии кислорода воздуха, причем продуктами получается почти исключительно уксусная кислот. Процесс сбраживания сахара под влиянием уксусно-кислых бактерий может быть охарактеризован равенством:



Наиболее благоприятной температурой для развития уксусно-кислых бактерий является температура 30°—35°С; при нагревании до 50°—55°С бактерии умирают.

Масляное брожение сахара вызывается жизнедеятельностью особого вида бактерий, именуемых *Clostridium butricum*. Эти бактерии принадлежат к числу анаэробных, т. е. сбраживают сахар в отсутствии кислорода воздуха, причем продуктом получается, главным образом, масляная кислота. Процесс сбраживания сахара под влиянием жизнедеятельности масляно-кислых бактерий может быть охарактеризован равенством:



Наиболее благоприятной температурой для развития масляно-кислых бактерий является температура 35°—40°С; при нагревании до 50°С бактерии умирают.

Для развития вышеуказанных бактерий необходимо в среде, где они находятся, наличие, кроме сахара, еще целого ряда других веществ, напр., азотсодержащих. В этом отношении жом является весьма благоприятным питательным субстратом для вышеперечисленных бактерий.

При хранении жома в ямах не исключается также возможность в них гнилостного брожения, которому подвергаются преимущественно белковые вещества, под влиянием жизнедеятельности целого ряда бактерий. Предполагают, что сначала белковые вещества пептонируются энзимами, вырабатываемыми бактериями, а затем уже разлагаются последними, причем продуктами является сероводород, аммиак, угольная кисл., жирные кислоты (масляная, молочная кисл. и др.), амидокислоты (аспарагиновая кисл. и др.), кислоты ароматического рода и др. Большинство гнилостных бактерий переносят нагрев до высокой температуры и их можно убить только продолжительным кипячением.

§ 92. Из этого краткого обзора бактерий, развивающихся в жоме при хранении его в ямах, явствует, что надо всемерно стремиться создать благоприятные условия для жизнедеятельности молочно-кислых бактерий и неблагоприятные для жизнедеятельности уксусно-кислых и масляно-кислых бактерий. К сожалению, на практике возникают большие, чтобы не сказать непреодолимые, затруднения. Напр., рекомендуют для локализации уксусно-кислого брожения в жоме, при укладке жома в ямы, утрамбовывать его возможно плотно, покрывать соломой и засыпать сверху землей. Принимая во внимание, что хранение жома в ямах происходит в холодное зимнее время года, а потому исключается какая-либо возможность сохранить в них то тепло, которое выделяется при биологических процессах их, с тем, чтобы температура жома повысилась до 50°С, при которой убиваются уксусно-кислые и масляно-кислые бактерии и остаются живыми молочнокислые бактерии. Напр., Zaitschek (70) измерял температуру жома в ямах и получил такие результаты (см. табл. LXXX):

Таблица LXXX.

Дата.	Температура °С.
1 января . .	24
11 января . .	21
20 января . .	18
30 января . .	15,5
9 февраля . .	11
18 февраля . .	9
28 февраля . .	7

Благоприятным обстоятельством при хранении жома в ямах является то, что молочная кисл., образующаяся при сбраживании сахара молочно-кислыми бактериями, является ядом для других бактерий, напр. для уксусно-кислых и масляно-кислых. Напр., при наличии в жомовой воде более 2,5% молочной кислоты прекращается жизнедеятельность вышеперечисленных бактерий. Этот факт дал основание к предложению применять при хранении жома особые препараты, представляющие собою культуры молочно-кислых бактерий, разводя которые в жомовых ямах, тем самым создают вышеуказанные условия, благоприятные для хранения в них жома.

§ 93. Вопросом о том, каким изменениям подвергается жом при хранении его в ямах, занимался Maerker (71), который произвел многоклеточные опытные исследования, причем получил результаты, позволяющие сделать ряд существенно важных выводов.

Потери веса, сухих веществ жома при хранении оказались таковыми (см. табл. LXXXI):

Таблица LXXXI.

Наименование завода.		Время хранения жома месяцев.	Потеря веса жома %.	Потеря сухих веществ %.
К		13	20,4	23,0
		9	44,2	46,6
		3	18,0	13,8
Н	I	4 1/3	55,2	45,7
	II	4 1/3	45,4	45,5
	III	4 1/3	47,5	27,7
	IV	4 1/3	62,1	54,6
В		8 2/3	23,5	36,5
		8	19,3	21,8
		7 2/3	45,1	49,7
В		14	62,0	56,9
		5	44,7	—
		7	36,8	—
А		7	20,3	—
		6	17,7	32,6

Наименьшие потери веса и сухих веществ жомом оказались в случае хранения его в холодные зимние месяцы.

Что касается изменений состава жома при хранении его в ямах, то, на основании результатов анализа жома до и после хранения, они оказались таковы (см. табл. LXXXII):

Таблица LXXXII.

Завод.	Влаги.	Сух. вещ.	Золы.	Жиры.	Клетчатка.	Азот. вещ.	Безазот. вещ.	Золы.	Жиры.	Клетчатка.	Азот. вещ.	Безазот. вещ.	Жиры.	Клетчатка.	Азот. вещ.	Безазот. вещ.
	Сырое вещество %.								Сухое вещество %.				Беззольное вещ. %.			
С в е ж и й ж о м.																
Z	87,57	12,43	0,68	0,07	2,70	1,05	7,63	5,46	0,62	22,0	8,50	63,42	0,65	23,06	8,91	66,48
K	93,01	6,99	0,31	0,03	1,75	0,63	4,27	4,45	0,50	23,13	9,04	60,88	0,52	26,30	9,46	63,72
S	89,50	10,50	0,50	0,04	2,43	0,94	6,59	4,79	0,41	23,33	8,94	62,53	0,43	24,50	9,38	65,67
H	91,66	8,34	0,65	0,04	1,73	0,66	5,26	7,70	0,50	21,80	8,00	63,00	0,54	22,54	8,67	68,25
B	88,0	12,00	0,67	0,05	2,80	1,04	7,43	5,67	0,49	23,36	8,70	61,78	0,58	24,87	9,16	65,29
K	87,1	12,90	0,71	0,07	3,03	1,13	7,96	5,50	0,54	23,49	8,76	61,71	0,56	24,86	9,27	65,30
К и с л о т н ы й ж о м.																
Z	87,56	12,44	1,12	0,18	3,09	1,18	6,87	9,03	1,42	24,86	9,18	55,21	1,56	27,33	10,42	60,69
K	93,18	6,82	0,39	0,13	1,73	0,71	3,86	6,05	1,98	26,45	10,83	54,69	2,10	28,15	11,53	58,22
S	88,81	11,19	0,68	0,05	2,58	1,02	6,86	6,11	0,43	23,05	9,13	61,28	0,46	24,55	9,73	65,26
H	89,14	10,86	1,68	0,06	2,29	0,94	5,89	15,50	0,61	21,13	8,64	54,12	2,72	25,01	10,22	64,05
B	88,70	11,30	1,94	0,06	2,34	0,93	6,03	17,32	0,50	20,76	8,55	53,13	0,60	25,11	9,98	64,31
K	87,06	12,94	1,14	0,14	3,38	1,27	7,01	8,75	1,04	22,98	9,73	54,50	1,14	28,47	10,60	59,72

На основании результатов этих опытов возможно указать, что при хранении жома в ямах из безазотистых экстрактивных веществ теряется:

минимум . . . . .	14,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
максимум . . . . .	56,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
в среднем . . . . .	37,8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

На основании результатов тех же опытов при хранении жома в ямах из азотсодержащих веществ теряется:

минимум . . . . .	4,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
максимум . . . . .	39,7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
в среднем . . . . .	24,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

На основании тех же опытов возможно установить при хранении жома в ямах потерю клетчатки:

минимум . . . . .	8,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
максимум . . . . .	56,8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
в среднем . . . . .	29,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

Названный исследователь на основании своих опытов приходит к следующим выводам.

При хранении жома в ямах теряется вес его за счет уменьшения содержания в нем воды и сухих веществ. Эти потери происходят в жоме вследствие жизнедеятельности микроорганизмов, разлагающих составные части жома с выделением газообразных продуктов. Эти потери в жоме при хранении тем больше, чем более проницаемы стенки ямы и чем менее толстым слоем земли укрыта сверху яма. Большее или меньшее содержание воды в жоме оказывает некоторое влияние на потери в жоме при хранении; напр., максимум потерь наблюдается при хранении неотжатого жома с большим содержанием воды и минимум потерь наблюдается при хранении отжатого жома с меньшим содержанием ее. Применение консервирующих веществ (хлористого натрия и проч.) в количествах, доступных на практике, не оказывает особого влияния на успешность хранения жома в ямах. Во избежание непроизводительной траты ценных питательных составных частей жома при хранении необходимо заботиться, чтобы большее количество его было скормлено во время производства, а меньшее сохраниено в ямах.

Из относительно новейших исследований, касающихся тех изменений, которые претерпевают составные части жома при хранении его, следует указать на таковые, произведенные Demiautte'm и Vualfat'om (72), которые получили следующие результаты при хранении жома в течение 4-х месяцев (см. табл. LXXXIII):

Таблица LXXXIII.

	Свежий жом %	Кислый жом %	Р а з н и ц а .	
			Килогр.	%
Вес . . . . .	35610 кгг.	29190 кгг.	— 6420	— 18,0
Сухое вещество . . . . .	10,81	10,14	— 859	— 23,09
Воды . . . . .	89,19	89,86	— 5530	— 17,4
Золы . . . . .	0,82	1,13	+ 37	+ 12,6
Жира . . . . .	0,03	0,03	— 2	— 18,6
Сахара . . . . .	0,40	0,36	— 37	— 26,0
Целлюлозы . . . . .	1,99	2,48	+ 16	+ 2,2
Пентозан . . . . .	2,08	2,02	— 151	— 20,4
Белков. веществ . . . . .	0,92	0,96	— 47,6	— 14,5
Амидов . . . . .	0,05	0,02	— 12	— 67
Неопред. белков. веществ . . . . .	4,52	3,08	— 720	— 44

§ 94. Пытались регулировать биологические процессы, происходящие в жомовых ямах, при помощи фермента молочнокислого брожения так, чтобы имело место лишь одно молочнокислое брожение, чем обуславливалось бы лучшее хранение жома. В продаже появилось несколько препаратов, состоящих из означенного фермента, питательного субстрата и воды, имеющих разные названия, напр. „лакто-пульва“. Что касается результатов применения такого рода препаратов при хранении жома, то, по имеющимся в специальной литературе данным, они разноречивы, хотя, напр., Zajtšcek (73) констатировал, что жом, зараженный при посредстве пульвы „Внидабона“, потерял 23% сухих веществ, а без применения означенного препарата жом потерял 32% сухих веществ. Нельзя не согласиться с мнением тех, которые высказывают, что невозможно посредством того или иного ферментативного препарата достигнуть осуществления в жомовых ямах исключительно молочнокислого брожения, так как одновременно с молочнокислыми бактериями будут развиваться и другие бактерии, могущие попасть в жом вместе с водой на диффузии и даже из почвы, в которой вырыты ямы. Конечно, прививкою возможно было достигать хороших результатов при хранении жома, если бы последний был подвергнут стерилизации, что практически является неосуществимым.

Высказываются предположения заражать жом бактериями, могущими при своем развитии выделять большое количество тепла и тем нагревать жом в ямах настолько, чтобы он приобрел температуру около 50°C, т. е. такую, при которой умерщляются бактерии уксуснокислого брожения и при которой вполне возможно еще интенсивная деятельность молочнокислых бактерий; к числу таких бактерий относятся: bacillus subtilis, bacterium mesenteriois vulgatus и другие.

§ 95. Итак, при хранении жома в ямах он превращается из свежего в кислый и в таком виде и скармливается преимущественно рогатому скоту. Возникает вопрос, насколько изменяются питательные достоинства жома при хранении. Ответом на этот вопрос могут служить данные, приводимые Вольским (74) по Дидриху и Кенигу (см. табл. LXXXIV):

Таблица LXXXIV.

Сухих веществ.	Протеина.	Жира.	Безазот. экстракт. веществ.	Древесины.	Золы.	Перевар. единицы.
10,25	0,89	0,55	6,32	2,39	0,58	7,1
11,5	1,07	0,11	6,41	2,8	1,09	7,6
86,7	10,22	4,77	55,19	10,32	3,12	77,0

Таким образом, кислый жом мало отличается по своим питательным свойствам от свежего жома, при чем питательные достоинства того и другого жома составляют 10% питательного достоинства овса.

Вышеприведенные данные относятся к случаю, когда хранение в ямах подвергался жом предварительно прессованный. Ввиду того, что при хранении в ямах непрессованного жома он подвергается как бы прессованию, в результате чего содержание сухих веществ в кислом жоме бывает обычно больше, чем в свежем, а потому, конечно, питательное достоинство единицы веса кислого жома будет больше чем свежего.

§ 96. К числу существенных недостатков диффузионного способа извлечения сахара из свеклы надо отнести то, что при нем получается в виде отброса обессахаренная свекловичная стружка—жом в весьма большом количестве по весу перерабатываемой свеклы (около 100%), с очень большим содержанием воды (около 95%) и очень малым содержанием сухих веществ (около 5%). Нельзя не признать, что такой отброс производства, хотя и может быть использован, как кормовое средство, но всетаки он является мало ценным. Вследствие наличия в жоме столь большого количества воды исключается возможность транспорта его на значительные расстояния гужем и по жел. дороге. При хранении в ямах жом теряет около 40% сухих веществ, а вместе с этим уменьшается общее содержание в нем питательных веществ. Применение жома, как кормового средства, влечет за собою введение в желудок животных громадного количества воды, где она нагревается и испаряется за счет тепла животных, чем ослабляется его работоспособность. Молочные продукты обладают специфическим вкусом, а потому обесцениваются. Откармливание животных жомом влечет за собою появление у них болезни кишек, поноса, водянки. Скот иногда давится проглоченными посторонними телами, попадающими в жом. Жом не может служить предметом торговли, как малоценный непереносимый товар.

§ 97. В заводской практике общепринято считать, что из берковца перерабатываемой свеклы получается 9 пудов свежего жома и 6 пудов кислого жома. В действительности количество свежего жома получается, конечно, большее, а именно не менее 80% по весу свеклы, т. е. около 10 пудов с 1 берковца свеклы, если жом из под диффузоров отжимается жомовым шнеком, так как при этом отжимается из жома около 20% воды по весу последнего.

Что касается кислого жома, то его в действительности получается около 60% по в. свеклы или около 7 пудов с 1 берковца свеклы, потому что при хранении жома в ямах, как то делается на русских сахарных заводах, т. е. без уграмбовки и укрывки в них жома, потеря веса его будет не менее 40% веса свежего жома. Таким образом, в частном случае на сахарном заводе, перерабатывающем в сутки 4000 берк. свеклы и работающим в производство 80 суток, на котором 50% жома непосредственно скормливается скоту, а 50% укладывается в ямы на хранение, возможно считать, что за

$$\text{производство получится свежего жома } \frac{4000 \times 80 \times 10 \times 50}{100} = 1.600.000 \text{ пудов}$$

$$\text{и кислого жома: } \frac{4000 \times 80 \times 7 \times 50}{100} = 1.020.000 \text{ пудов.}$$

§ 98. Содержание воды в жоме возможно уменьшить, если жом подвергнуть отжиманию в прессах особого устройства, так как при этом из него будет удаляться преимущественно вода. В результате прессования жома, количество такого по весу свеклы уменьшится, причем содержание в нем сухих веществ увеличится. Полученный прессованный жом является возможным безубыточно транспортировать, и его следует признать более ценным кормовым средством.

Допустим, что свежего жома получается 100% по весу свеклы с содержанием 6% сухих веществ. Если жом подвергнуть прессованию настолько, чтобы он содержал 12% сухих веществ, то, очевидно, при этом получится 50% прессованного жома по весу свеклы и будет удалено из жома 50% воды по весу его. Предположим, что на

вышеуказанном сахарном заводе 50%<sup>0</sup> получаемого за производство жома подлежит транспортированию на расстояние, перевозка на которое в среднем обходится 1,5 коп. с 1 пуда жома, а потому стоимость перевозки свежего жома:  $\frac{1600000 \times 1,5}{100} = 24.000$  руб. В случае

применения на том же заводе прессов для отжимания жома и транспортирования полученного прессованного жома на то же расстояние с тою же оплатою, стоимость перевозки прессованного жома:  $\frac{800000 \times 1,5}{100} = 12.000$  руб.

Устройство прессовой станции на указанном сахарном заводе (пресса, шнек, элеватор, паровая машина и проч.) обойдется не дороже 25.000 руб. Расходы на прессование жома за производство будут:

Амортизация 10% <sup>0</sup> .	. . . . .	2500	руб.
Проценты на капитал 5% <sup>0</sup> .	. . . . .	1250	"
Топливо и рабочие.	. . . . .	500	"
Ремонт и прочее.	. . . . .	1000	"

Итого . . . 5250 руб.

Таким образом разница в стоимости перевозки свежего и прессованного жома будет в данном случае в пользу последнего 24.000 — (12000 + 5250) = 6750 руб., т. е. стоимость устройства прессовой станции на данном заводе окупится через 4 производства.

§ 99. Количество воды, которое может быть удалено из жома при посредстве пресса, зависит от того, с какою силою он будет сдавливать жом; при этом необходимо учесть, что существует предел давления, при котором количество отжимаемой из жома воды не увеличивается. По указаниям Плаксицкого (75) прессом Бромберга возможно отжать жом до содержания в нем 23%<sup>0</sup> сухих веществ; это следует считать за предел, который достигим на практике. Причина такого трудного отжатия воды из жома, полагают, заключается в том, что клетчатка стенок клеток и межклеточное вещество обессахаренной свекловичной стружки сильно разбухают, претерпевая при этом изменения в своей структуре, в результате чего давлением даже до 300 атмосфер не представляется возможным отжать сполна из жома воду.

§ 100. Конструкций прессов для отжимания жома существует очень много, но из них за последнее время приобрел наибольшее распространение пресс фирмы Бромбергского машиностроительного завода. Он состоит из неподвижного открытого сверху и снизу цилиндра диаметром 150 мм. и высотой 1500 мм., стенки которого дырчатые, сделанные из листового стали и снаружи для прочности охвачены четырьмя накладками; сверху цилиндр соединен с железной воронкой, служащей приемником для жома. Внутри этого цилиндра вставляется полый литой стальной конус, стенки которого дырчатые и снабжены лопастями соответствующих форм и винтообразно расположенными; сверху конус составляет одно целое с вертикальным валом, приводимым во вращение при помощи пары конических зубчатых колес. Диаметр этого конуса внизу уже такового цилиндра, а потому между ними образуется кольцевая щель. Дырчатый цилиндр снаружи окружен железным кожухом с закраинами внизу и имеет по высоте несколько отверстий с трубами для отвода воды, получающейся при прессовании жома; дырчатый конус снаб-

жен внутри конической вставкой с трубой и коническим днищем с отверстием и трубой, служащими для отвода воды, получающейся при прессовании жома. Такого рода устройство позволяет отводить прессовую воду, выделяющуюся в верхней половине пресса и в нижней половине его, отдельно, чем достигаются лучшие результаты работы этого пресса по сравнению с другими прессами. Конус с лопастями делает 2—3 оборота в минуту. Производительность пресса указанных размеров около 750 берк. неотжатого жома в сутки. Что касается расхода сил на приведение в движение означенного пресса, то таковой колеблется около 10 л. с. Жомовые пресса обычно устанавливаются на уровне пола второго этажа заводского здания; жом подается к прессам и отводится от них при посредстве шнеков. Стоимость жомового пресса производительностью до 1000 берк. сырого жома в сутки была 3000 руб. зол.

**§ 101.** Производительность пресса, расход сил на него, содержание сухих веществ в отжатом жоме зависят от целого ряда условий. От качества перерабатываемой свеклы: напр., свекла незрелая, стебляющаяся при прессовании требует большей затраты сил и хуже отжимается, чем свекла нормальная. От качества свекловичной стружки: напр., стружка толстая требует большей затраты сил и отжимается хуже, чем стружка тонкая. От условий работы на диффузионной батарее; напр., жом, получаемый при медленной работе и при более высокой температуре нагрева, требует большей затраты сил и хуже отжимается, чем жом, полученный при быстрой работе и более низкой температуре; напр., жом с большим содержанием сахара отжимается хуже и труднее, чем жом с меньшим содержанием сахара. Но самым главным условием для успешной работы пресса, как в отношении содержания сухих веществ в отжатом жоме, так и в отношении производительности пресса и расхода сил на него, является то, насколько горячий или холодный жом поступает в пресс для отжимания, причем производительность пресса увеличивается, расход сил на него уменьшается, содержание сухих веществ в отжатом жоме возрастает, если жом будет поступать горячий, а не холодный. Наблюдениями из практики установлено, что расход сил на прессование жома увеличивается минимум на 50%, если он будет холодный. Вот почему, в случае прессования жома необходимо позаботиться, чтобы жом, поступающий в пресса, был возможно горячий, а вместе с этим и вода, накачиваемая в диффузионную батарею, должна быть также возможно горячая, напр., не ниже 50°C. Для увеличения способности жома к прессованию иногда в пресса льют горячую аммиачную воду или известковое молоко. Действительно в том и другом случае содержание сухих веществ в получаемом отжатом жоме значительно увеличивается; но в первом случае большое количество сухих веществ, а вместе с этим и питательных веществ, из жома поступают в прессовую воду, а во втором случае ухудшается качество жома, как кормового средства, т. е. он обесцвечивается. Не следует упускать из вида того, что жом, отпрессованный в очень горячем состоянии, по указанию авторитетных лиц, весьма плохо сохраняется в жомовых ямах, т. е. сравнительно скоро и энергично начинает бродить, а потому в случаях необходимости сохранять жом в ямах, таковой желательнее отжимать в теплом, а не горячем состоянии.

**§ 102.** При прессовании жома состав его изменяется, так как удаляется из него значительное количество воды, а вместе с нею некоторое количество сухих веществ. Для характеристики состава неотжа-

того и отжатого жома уместно привести результаты анализов того и другого (см. табл. LXXXV), полученные Kühn'ом (76):

Таблица LXXXV.

Составные части.	Свежий жом.	Отжатый жом.	Кислый жом.
<i>В сыром веществе %.</i>			
Воды . . . . .	93,1	88,9	89,0
Сухих веществ . . . . .	6,9	11,1	11,0
Золы . . . . .	0,7	0,9	1,0
Жиры . . . . .	0,08	0,1	0,1
Клетчатки . . . . .	1,5	2,5	2,9
Белковых веществ . . . . .	0,6	0,9	0,9
Безазотистых веществ . . . . .	4,0	6,7	6,1
<i>В сухом веществе %.</i>			
Золы . . . . .	10,14	8,11	9,09
Жиры . . . . .	1,15	0,90	0,91
Клетчатки . . . . .	21,73	22,52	26,36
Белковых веществ . . . . .	8,70	8,11	8,18
Безазотистых веществ . . . . .	57,97	60,37	55,46

**§ 103.** Как на весьма существенный недостаток применения прессов для отжатия жома, указывают на то, что вместе с прессовой водой теряется значительное количество сухих веществ, а вместе с этим и питательных веществ жома, которые находятся в прессовой воде частью в нерастворимом виде, частью в растворимом виде. Объясняется это тем, что в отверстия сит пресса продавливаются частицы жома.

Для характеристики состава прессовой воды уместно привести результаты анализа таковой (см. табл. LXXXVI), полученные Müller'ом и Ohlmer'ом (77):

Таблица LXXXVI.

	Сухих веществ %	Органич. веществ %	Золы %	Азота %
Нефильтр. вода . . . . .	0,844	0,589	0,255	0,0122
Фильтрат . . . . .	0,310	0,298	0,013	0,00064
Супендир . . . . .	0,533	0,290	0,243	0,00115

Таким образом, при содержании 0,85% сухих веществ в прессовой воде и при условии, что ее получается 50% по весу отжимаемого жома, потеря сухих веществ в прессовой воде будет:  $\frac{0,85 \times 50}{100} = 0,425\%$ , по весу отжимаемого жома, а если в последнем будет содержаться 6% сухих веществ, то это составит  $\frac{0,425 \times 100}{6} = 7,1\%$  по весу сух. веществ в отживаемом жоме.

Количество сухих веществ, теряемых в прессовой воде, зависит от целого ряда факторов. Напр., от состава и структуры свеклы, от форм и свойств свекловичной стружки, от температуры нагрева свекловичной стружки в диффузионной батарее, от температуры

прессуемого жома, от степени его выщелачивания, от конструкции пресса, от силы сдвигания пресса. На основании результатов исследования лаборатории Общества германской сахарной промышленности было установлено, что из вышеуказанных факторов, влияющих на потерю сухих веществ в жоме, имеет большое значение температура нагрева, при которой производится в диффузионной батарее обессахаривание свекловичной стружки, а именно, чем эта температура будет выше, тем больше сухих веществ жома теряется в прес-совой воде, и наоборот. Кроме того, жом с большим содержанием сахара теряет при прессовании больше сухих веществ и наоборот.

§ 104. Для суждения о том, какое количество сухих веществ жома теряется в прес-совой воде, надо знать состав прессуемого жома, количество его и состав прес-совой воды и количество ее; но то же самое можно получить косвенным путем: зная вес прессуемого и прес-сованного жома, состав прессуемого и прес-сованного жома и состав прес-совой воды.

Обозначив:

S — вес прессуемого жома.

s — содержание (%) в нем сухих веществ.

G — вес прес-сованного жома.

t — содержание (%) в нем сух. веществ.

W — вес прес-совой воды.

w — содержание (%) в ней сухих веществ.

Как известно:

$$S \times s = G \times t + W \times w \text{ и } S = G + W.$$

Отсюда находим:

$$(G + W) \times s = G \times t + W \times w \text{ или } G \times s + W \times s = G \times t + W \times w,$$

$$W \times s - W \times w = G \times t - G \times s$$

$$W (s - w) = G \times (t - s)$$

$$W = \frac{t - s}{s - w} \times G$$

Heinz (78) произвел опыты в заводе, причем получил такие результаты: за 13 смен было переработано 130.000 центнеров свеклы. Прес-сованного жома было получено 68.822 центнера. Содержание сухих веществ в прес-сованном жоме было 10,8%. Содержание сухих веществ в непрес-сованном жоме было 6,0%. Содержание сухих веществ в прес-совой воде было 0,6%. Пользуясь вышеуказанными формулами, находим:

$$W = \frac{10,8 - 6,0}{6,0 - 0,6} \times 68822 = 61108,4 \text{ центн.},$$

что составит по весу перерабатываемой свеклы:

$$\frac{61108,4 \times 100}{130.000} = 47\%.$$

Неотжатого жома получилось: 61108,4 + 68822 = 129930,4, центн., т. е. почти 100% по весу перерабатываемой свеклы.

Отжатого жома получилось 100 — 47 = 53% по весу перераба-ваемой свеклы.

В прессовой воде содержалось  $0,65\%$  сухих веществ, а потому в ней получилось последних  $\frac{0,65 \times 47}{100} = 0,31\%$  по весу перерабатываемой свеклы или непрессованного жома, что составит за 13 смен  $\frac{130000 \times 0,31}{100} = 403$  центнера сухих веществ.

Rydlewski (79) констатировал в среднем за 4 производства:

- Жома по весу перерабатываемой свеклы . . .  $100\%$
- Содержание сухих веществ в непрессованном жоме  $6,90\%$
- Содержание сухих веществ в прессованном жоме  $11,26\%$
- Прессовой воды по весу прессуемого жома . .  $38,07\%$
- Содержание сухих веществ в прессовой воде .  $1,26\%$

Потеря сухих веществ в прессовой воде:  $\frac{1,26 \times 38,7}{100} = 0,49\%$  по весу прессованного жома или по весу перерабатываемой свеклы.

Как известно, содержание сухих веществ в прессовой воде зависит от степени отжимания жома прессами, что и подтверждается результатами (см. табл. LXXXVII) опытного исследования Heinz'a (80):

Таблица LXXXVII.

Сухих веществ в непрессов. жоме $\%$	Сухих веществ в прессов. жоме $\%$	Взвеш. сух. веществ в жомовой воде $\%$	Раствор. сухих веществ в прессов. воде $\%$	Сухих веществ в прессов. воде $\%$
5,91	11,15	0,1203	0,6560	0,7763
5,96	14,46	0,212	0,9836	1,1956

В первом случае количество прессовой воды было  $50\%$  по весу получаемого жома или по весу перерабатываемой свеклы, а потому потеря сухих веществ в этой воде была:  $\frac{0,78 \times 50}{100} = 0,40\%$  по весу жома или по весу свеклы.

Во втором случае количество прессовой воды было  $64\%$  по весу прессуемого жома, или перерабатываемой свеклы, и потому потеря сухих веществ в этой воде была:  $\frac{1,20 \times 64}{100} = 0,77\%$  по весу жома или свеклы.

§ 105. Из вышеприведенных опытных данных вышеуказанного опытного исследования явствует, что в прессовой воде содержится всегда некоторое количество нерастворимых веществ, представляющих собою взвешенные мелкие частицы жома, прошедшие через отверстия сит пресса. Количество этих взвешенных частиц жома, или, что то же — пульпы, зависит от степени отжимания жома прессом. В виду того, что пульпа содержит в своем составе вещества питательного характера, устанавливают ловушки для пульпы такого же устройства, как и для улавливания из диффузионного сока свекловичной мякоти, напр., сист. Пильгардта; но только в последней должно быть вставлено сито с более мелкими отверстиями, чем обычно.

Что касается воды, отходящей при прессовании жома, то она, как содержащая значительное количество растворимых органических веществ, весьма скоро подвергается воздействию разного рода микроорганизмов, в результате чего в ней образуются продукты разложения

этих веществ, наличие которых в общественных водоемах (прудах, реках) является недопустимым по правилам гигиены и санитарии. Таким образом, прессовая вода должна быть подвергнута предварительной очистке прежде, чем она попадает в означенные водоемы, и с каковою целью пользуются в большинстве случаев полями орошения, или же в некоторых случаях эту воду возвращают в диффузионную батарею.

**§ 106.** При хранении жома в ямах он подвергается брожению под влиянием разного рода микроорганизмов, причем составные части жома претерпевают глубокие изменения, в результате чего они становятся менее ценными, как питательные вещества. Напр., с несомненностью доказано, что те органические кислоты, которые образуются при кислотном брожении углеводов, менее удобоваримы, а вместе с тем и менее питательны, чем сами углеводы. Далее, белковые вещества под влиянием брожения, превращаются в амидосоединения, которые менее удобоваримы, а вместе с тем менее питательны, чем сами белки. По данным проф. Kellner'a (81), в свежем жоме при 7<sup>0</sup>/<sub>0</sub> сухих веществ имеется 5 продуктивно полезных единиц, а в кислом жоме при 11,6<sup>0</sup>/<sub>0</sub> сухих веществ имеется 6,5 продуктивно полезных единиц. Отсюда следует, что в свежем жоме 70<sup>0</sup>/<sub>0</sub> сухих веществ являются усвояемыми, а в кислом жоме лишь 55<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Итак, при хранении жома в ямах происходит убыль в нем питательных веществ, как таковых, и превращение части этих питательных веществ из более усвояемых в менее усвояемые. Чтобы судить о том, какое количество сухих веществ жома могло теряться в дореволюционное время на русских сахарных заводах, возможно привести такие данные: если на всех заводах перерабатывалось около 60 миллионов берковцев свеклы, то получалось 600 миллионов пудов жома с содержанием около 40 мил. пудов сухих веществ, из которых 300 миллионов пудов сохранялось в ямах, причем жомом терялось 30<sup>0</sup>/<sub>0</sub> сухих веществ, т. е. 12 миллионов пудов.

**§ 107.** В настоящее время следует признать, что единственным рациональным способом хранения жома является высушивание его в особых сушильных аппаратах, т. как сушеный жом сохраняется весьма продолжительное время без каких либо существенных изменений его питательных качеств. Кроме того, следует учитывать, что сухой жом может быть транспортируем, как сено, отруби на большие расстояния; служит здоровым кормом, при котором получают высококачественные молочные продукты; сушеный жом является ценным продуктом, могущим служить предметом торговли. Чтобы судить о сухом жоме, как кормовом средстве, возможно руководствоваться сравнительными данными (см. табл. LXXXVIII), указываемыми Вольским (82):

Таблица LXXXVIII.

Название корма.	Корм содержит		Цена 1 пуд. в коп.	Стоимость единицы продуктив. цен. коп.
	единиц. продукт. ценности.	перевар. белков %/0.		
Ячмень . . . . .	67,9	8,10	85	1,25
Сено . . . . .	31,0	3,8	30	0,96
Отруби . . . . .	42,6	9,8	70	1,64
Жмых . . . . .	61,1	23,0	90	1,32
Жом сушеный . . .	51,9	3,6	50	0,96

Из этих данных видно, что сухой жом представляет собою кормовое средство, богатое углеводами и бедное белками, причем по своим питательным достоинствам сухой жом превосходит в значительной мере лучшее луговое сено и даже отруби.

§ 108. Разумеется, при решении вопроса о рациональности сушения жома надо учесть совокупность целого ряда обстоятельств, из них главное — насколько сухой жом обойдется дешевле тех кормов, которые он может заменить.

В условиях дореволюционного времени в России не ощущалось такой острой нужды в кормовых средствах, как в Западной Европе, благодаря чему, при относительно дорогом топливе, сушка жома, если и практиковалась, то всего только на нескольких сахарных заводах, причем получаемый сушеный жом преимущественно экспортировался за границу. В условиях послереволюционного времени, когда погибло очень много скота, недостатка на ближайшее время в кормовых средствах не предвидится; кроме того, в будущем русская сахарная промышленность должна базироваться, главным образом, на крестьянском свеклосеянии, причем в условиях оплаты за свеклу придется выдавать жом и, разумеется, свежий и, в крайнем случае, отжатый, как корм относительно дешевый, который крестьянин согласится принять. Разумеется, не исключена возможность прогресса техники сушения жома, а вместе с этим и получения дешевого сухого жома, который найдет себе постепенно широкое применение в русском крестьянском хозяйстве.

В условиях дореволюционного времени крупные призагородные свекловичные хозяйства принимали весьма малое участие в развитии животноводства. Объясняется это тем, что развитие животноводства в таких хозяйствах не может происходить в странах мелкого земледелия, как, напр., Украина, так как крупные хозяйства не могут выдержать конкуренции в этом отношении с мелкими хозяйствами. Вот почему, крупные свекловичные хозяйства сокращали до минимума количество рабочего скота, прибегая к найму тяглой силы у окружающего крестьянства. Таким образом, в дореволюционное время животноводство почти целиком было сосредоточено в сравнительно мелких крестьянских хозяйствах, и в результате чего почти все количество необходимых продуктов животноводства: мяса, сала, молока, масла — получалось преимущественно в мелких крестьянских хозяйствах и не только покрывало внутренние потребности, но и составляло часть государственного экспорта. Стоимость ежегодно отчуждаемых животных и продуктов животноводства в крестьянских хозяйствах на Украине по статистическим данным Челинцева (83) в довоенное время была такова (см. табл. LXXXIX).

Таблица LXXXIX.

Размер хозяйств десятин.	Стоимость отчуждаемых в год продуктов в % от стоимости проданного зерна.		
	Не зерновых продуктов.	Животных.	Продуктов животноводства.
20—30	26	56	11
10—12	28	89	8
4—6	60	109	27

Из этих данных видно, что в мелких крестьянских хозяйствах, имеющих 4—6 десятин, к каковым принадлежит большинство крестьянских хозяйств на Украине, продукты животноводства составляют главнейший источник существования этих хозяйств. Но по статистическим данным того же исследователя оказывается, что в крестьянских хозяйствах на Украине количество разных видов скота было (см. табл. ХС):

Таблица ХС.

	Рабочего скота (волы, лошади) штук.	Коров штук.	Овец штук.	Свиней штук.
На 100 десятин . . . . .	27,8	20,9	68,4	22,3
На 1 хозяйство . . . . .	1,15	1,83	3,0	0,98

Такое количество скота в крестьянских хозяйствах следует признать далеко недостаточным для обеспечения его упряжными силами и пользовательными животными. Но развитие животноводства в интенсивных его формах есть обязательный этап развития сельскохозяйственного производства. Без интенсивного животноводства невозможно достижение наивысшей производительности земель, немалыми вышшая форма интенсивности полеводства вообще и свекловодства в частности.

Однако, для развития животноводства зерновые хозяйства являются неблагоприятными, так как при них полеводство не дает хозяйству необходимого количества кормов для животных. На территории Украины весьма ограничены земельные площади, которые могут быть использованы для пастбищ и сенокосов. Условия климатические на Украине не дают оснований надеяться на успешное развитие травосеяния в крестьянских хозяйствах, а потому последние будут всегда нуждаться в кормовых средствах и принуждены будут использовать грубые корма (солома, полова яровых, озимых) в сочетании с концентрированными кормами. К числу таких концентрированных кормов следует отнести сушеный жом и мялассу.

Принимая во внимание компактность сухого жома, неизменяемость его при хранении, следует признать, что сушеный жом представляет собою большую меновую ценность при расчете с поставщиками свеклы. Во-первых, возможно будет сушеный жом транспортировать по жел. дор. сравнительно на большие расстояния, чем можно будет расширить районы свеклосеяния и получить из этих районов свеклу более дешевую, благодаря отсутствию в них конкуренции. Во-вторых, возможно хранить сушеный жом без потери его питательных достоинств, а вместе этим целесообразно использовать его независимо от времени получения жома в расплату за доставленную свеклу.

Из вышеизложенного становится очевидно, насколько важно разрешение вопроса о высушивании жома в целях обеспечения крестьянских хозяйств кормовыми средствами, без чего в последних невозможно развитие животноводства.

Что касается вывоза сушеного жома за границу, то с государственной точки зрения не только теперь, но и раньше, это считалось предосудительным и принимались меры к расширению внутреннего потребления сушеного жома, как наиболее дешевых питательных кормов.

§ 109. При высушивании жома приходится удалять из последнего весьма большое количество воды, а вместе с этим расходовать значительное количество топлива. Действительно, если в сыром пресерованном жоме содержится 12% сухих веществ и 88% воды, а в сухом жоме содержится 88% сухих веществ и 12% воды, то в данном случае приходится выпаривать воды:  $\frac{100(88-12)}{88} = 86,4\%$  по весу сы-

рого жома, причем будет получаться около 15% сухого жома по весу сырого жома. В сушильных аппаратах, обогреваемых топочными газами, достигается 85% утилизируемого тепла топлива, а потому при сжигании антрацита хорошего качества, имеющего теплотворную способ-

ность не менее 7000 калорий, потребуется расход топлива:  $\frac{85 \times 600}{7000 \times 0,8} = 9,1\%$  по весу сырого отжатого жома или  $\frac{9,1 \times 100}{50} = 4,5\%$  по весу

сырого неотжатого жома, или  $\frac{9,1 \times 100}{15} = 60,7\%$  по весу сухого жома.

Если принять во внимание, что обычный расход топлива на сахарном заводе составляет 8% по весу перерабатываемой свеклы, а на высушивание жома расход топлива будет около 4% по весу перерабатываемой свеклы, то нельзя не признать, что разрешение вопроса о высушивании жома может быть признано рациональным только в том случае, если, напр., сушильные аппараты будут обогреваться отходящими в трубу дымовыми газами из топок паровых котлов, а мятый пар из паровых машин, служащих для приведения в движение прессов, сушильных барабанов, шнеков и проч., будет утилизироваться на выпаривание сока; но в этом случае, конечно, количество жома, которое может быть высушено, находится в зависимости от количества топлива, сжигаемого в паровичной заводе, а вместе с этим от суточной производительности завода.

§ 110. Аппараты, служащие для высушивания жома, весьма разнообразны по своей конструкции, но они могут быть подразделены на аппараты, обогреваемые топочными газами, и аппараты, обогреваемые паром. К числу первых принадлежат сушильные аппараты Büttner-Meyer'a, Petry-Hecking'a, Huillard'a; к числу вторых принадлежат сушильные аппараты Sperber'a, Rasmus'a. На заграничных сахарных заводах для высушивания жома применяются в большинстве случаев аппараты, обогреваемые топочными газами, из каковых в последние годы перед мировой войной начал приобретать большое распространение сушильный аппарат Huillard'a, как обладающий высоким коэффициентом использования тепла, позволяющим получать сухой жом высокого качества и устройство которого отличается простотой, прочностью конструкции. Сушильный аппарат Huillard'a состоит из цилиндрической вертикальной кирпичной шахты высотой около 8,5 метр. и внутреннего диаметра около 3,5 метр. Шахта по высоте разделена тремя горизонтальными решетчатыми чугунными подами на четыре равные части. Централью по высоте шахты проходит железный вал, на котором насажены железные гребла, служащие для перемешивания и для передвигания высушиваемого жома. Над каждым подом, выше гребла, прикреплен к валу железный конус в виде зонтика, назначение которого распределять падающий жом на всю поверхность пода. Вал с греблами и зонтиками приводится во вращение от пары зубчатых колес, насаженных на вертикальный

конец вала, причем он делает 8—12 оборотов в 1 минуту; в центре каждого пода имеется круглое отверстие с железным расгробом, служащее для передачи жома с пода на под. Топочные газы поступают вниз шахты через отверстие сбоку ее, причем отверстие для регулирования притока газов закрывается шибером. Для удаления из шахты охлажденных топочных газов и выделяющихся из жома паров воды служит вентилятор, установленный на верху шахты, делающий более 500 оборотов в 1 минуту и обуславливающий тягу около 80 милл. вод. столба. Во избежание увлечения вместе с охладящими газами и парами мелких частиц жома, за вентилятором устанавливают железную ловушку особого устройства. Прессованный жом, посредством распределительного прибора (род турникета), установленного на верху шахты, поступает на верхний распределительный зонт, рассыпается по всей площади верхнего дырчатого пода, греблями он перемешивается и одновременно передвигается к отверстию в поде, через которое падает на следующий распределительный зонт, рассыпается по всей площади нижележащего пода и т. д., и в сухом виде жом достигает нижнего пода шахты, через отверстие в котором он поступает в шнек или вагонетку. Таким образом в сушильном аппарате описанного устройства жом падает сверху вниз, а газы движутся ему на встречу снизу вверх, встречаются наиболее сухой жом, т. е. в данном случае соблюден принцип противотока. Регулирование работы этого аппарата производится посредством уменьшения или увеличения количества топочных газов и высушиваемого жома, поступающего в шахту. Обыкновенно два таких аппарата действуют совместно, т. е. в первом из них жом подсушивается, напр., до содержания в нем 30% сухих веществ, а во втором из них жом окончательно высушивается, напр., до содержания в нем 90% сухих веществ. Самым главным условием успешности работы сушильного аппарата Huillard'a является полное, т. е. бездымное, сгорание топлива в тонках под паровыми котлами, что возможно достигнуть применением антрацита и воздушного дутья; в противном случае сажа, смола будут задерживаться жомом, благодаря чему последний приобретает темную окраску и специфический запах, что, конечно, обесценивает жом, как кормовое средство.

Производительность двух таких аппаратов указанных размеров составляет в сутки 1100 пудов сухого жома, получаемых при переработке около 1500 берковцев свеклы.

Для приведения в движение 2-х вентиляторов, 2-х валов с греблями и конусами требуется 60—70 л. с. и для приведения в действие 3-х жомовых прессов, шнеков, трансмиссии и проч. требуется 40—50 л. с. В частном случае на одном сахарном заводе, где было установлено два сушильных аппарата Huillard'a указанной суточной производительности для приведения в движение вентиляторов, гребел—служил электромотор мощностью 75 л. с., а для приведения в действие прессов, шнеков служил электромотор мощностью в 50 л. с.

Стоимость устройства двух таких сушильных аппаратов на указанную суточную производительность вместе с аданием в довоенное время составляла 50.000 руб. з.

§ 111. Стрихаржевский (84) произвел наблюдение за работой двух сушильных аппаратов Huillard'a, установленных на Калустьянском сахарном заводе, причем получил такие результаты: аппараты работали 67 час. 30 мин. и переработали 18298 пуд. прессованного жома, содержащего в среднем 16,95% сухих веществ и полученного

из 37627 пудов непрессованного жома, содержащего 8,27% сухих веществ, причем было взвешено 3340 пуд. сухого жома. Таким образом, за указанное время в аппаратах было испарено воды: 18298 — 3340 = 14958 пуд. или 245311 килогр., т. е. в 1 час испарялось 3634 килогр. воды. Средняя температура топочных газов у шиберов паровиков 267°C и у шиберов сушильных аппаратов 229°C. Средний анализ топочных газов: угольной кисл. = 9,35%, кислорода = 9,71%, избыток воздуха = 1,82. Израсходовано макута в 1 час в пересчете на уголь 7000 калор., 2235 килогр. Из 1 килогр. угля получено топочных газов:  $1 + (10,65 \times 1,82) = 20,38$  килогр. В 1 час тепло означенных газов теоретически должно выпарить:  $\frac{20,38 \times 0,25 \times 229 \times 2235}{637 - 40} =$

= 4365 килогр. воды, при этом жом, поступающий в сушильные аппараты, имел температуру 40°C, а практически тепло означенного количества топочных газов в 1 час выпарило 3634 килогр. воды. Отсюда явствует, что термический коэффициент полезного действия сушильного аппарата Huillard'a в данном случае был 83,2. Сухого жома вырабатывалось в 1 час 537 пуд. или 9133 килогр., что составляет 50,74% общего количества жома, полученного в заводе, так как суточная производительность указанного завода 3000 берк. свеклы или в 1 час 18000 килогр. свеклы, причем жома получалось 100% по в. свеклы.

§ 112. В случае установки на сахарном заводе для сушки жома сушильного аппарата Huillard'a или и какого либо другого, обогреваемого отходящими топочными газами из топок паровиков, важен вопрос, какое количество жома в данном случае возможно высушить по весу получаемого жома в заводе определенной суточной производительности. Предположим, что на сахарном заводе расход топлива в виде каменного угля обычного качества составляет 8% по в. перерабатываемой свеклы, причем топливо сжигается при 1,5 избытка воздуха, а потому из 1 килогр. сжигаемого угля будет получаться  $10,7 \times 1,5 + 1 = 17,05$  килогр. топочных газов, обладающих теплоемкостью 0,25 калор. и имеющих температуру 250°C; таким образом, общее теплосодержание в топочных газах, получаемых при сжигании 1 килогр. угля, при указанных условиях, будет:  $17,05 \times 0,25 \times 250 = 1065,6$  калор. Допустим, что термический коэффициент полезного действия сушильного аппарата будет 80%, как это наблюдается при работе сушильного аппарата Huillard'a, и если температура жома, поступающего в сушильный аппарат, будет 30°C, то топочные газы,

образующиеся из 1 килогр. угля, испарят  $\frac{1065,6 \times 0,8}{637 - 30} = 1,4$  килогр.

воды. В данном примере, отходящие из паровиков дымовые газы выпарят из жома  $8 \times 1,4 = 11,3\%$  воды по весу перерабатываемой свеклы. Если предположить, что после жомового шнека получается жома 80% по весу свеклы с содержанием 7,5% сухих веществ, из которого при прессовании получится прессованного жома 40% по весу свеклы с содержанием 15% сухих веществ, из которого при высушивании надо

выпарить  $\frac{40 \times (90 - 15)}{90} = 33,3\%$  воды по весу свеклы, чтобы получить

сухой жом с содержанием 90% сухих веществ в количестве 6,7% по весу свеклы. Но отходящие топочные газы из топок паровиков вы-

паривают воды 11,3% по в. свеклы, или, что то же, количество воды, содержащееся в  $\frac{11,3 \times 100}{33,3} = 37\%$  жома из общего количества получаемого по весу перерабатываемой свеклы.

**§ 113.** Все системы ныне применяемых жомосушилок устроены на принципе сушения жома посредством тепла газа или пара с применением движения воздуха и по своим конструкциям имеют много общего.

В жомосушилках газовых („огневых“) топливо сжигается в особых печах, приспособленных для сжигания по возможности без дыма антрацита, кокса, тощего каменного угля, причем каналы в обмуровке печей устраиваются так, что они задерживают золу, содержащуюся в отходящих топочных газах, обуславливают нагрев воздуха, потребного для сжигания топлива, за счет тепла обмуровки печи, и дают возможность регулировать приток воздуха, необходимого для полного сгорания топлива и полного высушивания жома. Топка располагается впереди сушильного аппарата, представляющего собою железный вращающийся цилиндр, на внутренней поверхности которого имеются полки соответственно расположенные, благодаря наличию которых жом при вращении цилиндра пересыпается с полки на полку и движется от одного конца цилиндра к другому. Горячие топочные газы вместе с нагретым воздухом засасываются, посредством эксгаустера, внутрь вращающегося цилиндра и проходят вдоль его, встречая на своем пути сырой жом, причем тепло газов и воздуха будут использоваться на испарение воды в жоме, в результате чего жом высушивается. Тем же эксгаустером отсасываются из цилиндра насыщенные водяными парами газы и воздух.

В паровых жомосушилках топливо сжигается под паровыми котлами, а получаемый в них пар направляется внутрь поверхности нагрева сушильного аппарата, который представляет собою один или несколько железных цилиндров, иногда с двойными стенками; внутри цилиндров вращаются пучки стальных трубок, расположенных вдоль цилиндра и завальцованных своими концами в днища. С наружной стороны пучков трубок насажены железные лопатки, расположенные таким образом, чтобы жом пересыпался сверху вниз цилиндра и двигался от одного конца к другому. Обычно внутрь трубок впускают острый пар, а внутрь двойных стенок цилиндра ретурный. Подогретый воздух засасывается внутрь цилиндра посредством эксгаустера. Тем же эксгаустером отсасываются из цилиндра пары воды в смеси с насыщенным ими воздухом. Для подогрева воздуха, вводимого внутрь аппарата, применяются чугунные калориферы, обогреваемые ретурным паром, или специального устройства калориферы, обогреваемые отходящими из топок паровых котлов дымовыми газами. Для более успешного высушивания жома в паровых жомосушилках надлежит жом предварительно измельчить на особых машинах.

Как в газовых, так и в паровых жомосушилках осуществляется принцип параллельного тока. В первых жомосушилках сырой жом попадает внутрь аппарата туда, куда входят из топки горячие газы и воздух, благодаря чему также устраняется возможность пригорания высушиваемого жома. Во вторых жомосушилках острый пар поступает внутрь пучков трубок в том месте, куда попадает сырой жом.

В виду того, что при высушивании жома получаются мелкие и пылеобразные частицы его, в количестве около 2% по в. сухого

жома, которые могут уноситься из аппарата эксгаустером и, таким образом, бесцельно теряться, то для улавливания их за аппаратом устанавливается особого рода ловушка, сконструированная на принципе циклона.

**Жом.** высушиваемый в огневых жомосушилках, подвергается действию очень горячих топочных газов, имеющих температуру вначале аппарата 800°—1000°С, а в конце его 100°—150°С, а потому в них вполне возможно „пригорание“ жома и особенно при недосмотре, что, конечно, вызывает потерю сахара и др. питательных составных частей жома; кроме того, сухой жом, получаемый из газовых жомосушилок обладает специфическим запахом, благодаря соприкосновению его с топочными газами, что обуславливает понижение ценности этого жома, как кормового средства, так как скот неохотно поедает такой жом.

Вот почему, паровые жомосушилки в этом отношении являются лучше газовых, так как получаемый в них сухой жом обладает светло-серым цветом и не имеет запаха. В отношении использования тепла топлива газовые жомосушилки оказываются экономичнее, чем паровые, но в топках при них приходится сжигать дорогие сорта топлива, между тем как в топках при паровых котлах возможно сжигать дешевые сорта топлива.

**§ 114.** Расход тепла, а вместе с этим и топлива при высушивании жома в газовой или паровой жомосушилке возможно вычислить.

Предположим, что сырой отжатый жом содержит 15% сухих веществ и 85% воды, а высушенный жом содержит 90% сухих веществ и 10% воды. В данном случае на 100 килогр. сырого жома приходится выпаривать воды:  $\frac{100 \times (90 - 15)}{90} = 83,3$  килогр. воды.

Для подогрева 100 килогр. сырого жома от 20°С до 100°С при теплоемкости жома 0,9 калор. требуется тепла:

$$100 \times 0,9 \times (100 - 20) = 7200 \text{ калор.}$$

Для испарения 83,3 килогр. воды при 100°С требуется тепла:

$$83,3 \times 537 = 44.732 \text{ калор.}$$

1 куб. метр воздуха, насыщенного водяными парами, содержит при 20°С 0,017 килогр. воды и при 100°С 0,606 килогр. воды; следовательно, 83,3 килогр. воды могут насытить  $\frac{83,3}{(0,606 - 0,017)} = 141,2$  куб. метр. воздуха.

Для нагрева 141,2 куб. метр. влажного воздуха от 20°С до 100°С, при теплоемкости его 0,3 калор., требуется тепла  $141,2 \times 0,3 \times (100 - 20) = 3392,8$  калор.

Итого на высушивание 100 килогр. сырого жома требуется без потерь тепла:  $7200 + 44732 + 3392 = 55325$  калор.

Термический коэффициент полезного действия газовых сушилок колеблется от 0,7 до 0,8, а паровых (без паровика) от 0,6 до 0,7, т. е. в среднем около 0,7. Если теплотворная способность сжигаемого антрацита или каменного угля будет 7000 калор., то расход топлива на высушивание жома будет:  $\frac{55325}{7000 \times 0,7} = 11,3\%$  по в. сырого отжатого жома, или  $\frac{11,3 \times 10}{16,7} = 67,7\%$  по в. сухого жома.

§ 115. Из газовых жомосушилок наибольшим распространением на граничных сахарных заводах пользуется жомосушилка системы Büttner и Meyer'a; несколько жомосушилок этой системы было установлено на русских сахарных заводах.

Жомосушилка системы Büttner и Meyer'a состоит из печи, в которой производится сжигание топлива и подогрев воздуха, и сушильного вращающегося барабана, в котором жом высушивается за счет тепла горячих газов и воздуха.

В частном случае для высушивания всего того количества жома, которое может получиться при переработке в сутки 2000 берк. свеклы, жомосушилка будет такова. Печь имеет размеры 6,5×4,5×3,25 метра, снабжена двумя тонками с общей поверхностью колосниковых решеток 4,5 кв. метра, причем при устройстве печи приняты все меры к возможному подогреву воздуха и к улавливанию из топочных газов золы. Печь снабжена запасной железной дымовой трубой высотой 15 метров, сечением 800/500 милл., служащей для выпуска из печи топочных газов, минуя сушильный барабан.

Сушильный барабан представляет собою клепанный из листового железа (толщиною не менее 6 милл.) цилиндр, имеющий диаметр 2,25 метр. и длину 10 метр., установленный с некоторым уклоном в сторону, противоположную движению в нем жома, опирается на две пары роликов и приводится в движение зубчатой передачей, делаю в 1 минуту 3—4 оборота. Внутри барабана на расстоянии около 3 метр. от конца его, куда поступают сырой жом и горячие газы и воздух, к стенкам его приклепаны железные планки (лапы), расположенные винтообразно, благодаря чему жом будет, передвигаясь вперед, также пересыпаться сверху вниз. Далее, внутри барабана на расстоянии около 6 метр., к стенкам его привинчены железные перегородки, расположенные то вдоль, то поперек оси барабана; каждая перегородка занимает одну четверть окружности барабана и к ней приклепаны железные планки (лапы) в таком положении, что жом будет, передвигаясь вперед, пересыпаться сверху вниз. Благодаря наличию указанных перегородок вся внутренность барабана заполнена большим числом, как бы незамкнутых ячеек, проходя через которые, жом и газы будут энергично перемешиваться, что, конечно, будет способствовать лучшей утилизации тепла газов. В конце барабан имеет цилиндрическое расширение (коробку), в лицевой стороне которого находится продолговатое отверстие, закрываемое шестью заслонками, через которое высыпается сухой жом в железный неподвижный кожух, а из него через воронку сухой жом попадает в шнек; сверху кожух соединен посредством железной трубы с вентилятором, который в свою очередь соединен железной трубой с пыледовителем (циклоном), снабженным вытяжною железной трубой диаметром 1,5 метр., выходящей на крышу заводского здания и служащей для отвода из сушильного аппарата паров воды и дымовых газов. Расход силы для вращения такого сушильного барабана около 5 лощ. сил.

Для успешной работы жомосушилки необходимо внимательно следить за равномерным поступлением жома в нее и за температурой внутри сушильного барабана при входе горячих газов и воздуха, каковая измеряется посредством установленного в этом месте пирометра. Температура вначале сушильного барабана обычно колеблется около 700°С, а в конце его около 100°С. В случае недосмотра жом не только может пригореть, но даже загореться внутри сушиль-

ного барабана, превращаясь при этом в уголь. Для понижения температуры внутри сушильного барабана открываются шиберы при печи, через которые может поступать внутрь ее наружный холодный воздух, открывается шибер на дымовой трубе при печи, прикрывается дроссель-клапан у вентилятора, открываются двери на кожухе и на самом барабане.

При высушивании жомов в газовых жомосушилках нередко случаются взрывы, причиняющие значительный материальный ущерб и сопровождающиеся иногда человеческими жертвами. Причины этих взрывов бывают различны. В одних случаях они произошли, благодаря воспламенению жомов в сушильном барабане и проникновению пламени в пылеуловитель, где со взрывом загоралась сухая жомовая пыль. В других случаях они произошли вследствие воспламенения газообразных продуктов сухой перегонки жомов, могущих образоваться при весьма повышенной температуре нагрева жомов в сушильном барабане, т. к. эти газообразные продукты в смеси с воздухом дают взрывчатую газовую смесь.

Несомненно, при высушивании жомов в газовых жомосушилках происходит пирогазация его с выделением газов, могущих воспламениться при нагреве и взрываться в смеси с воздухом. Посредством химического анализа установлено, что в газах, образующихся при сухой перегонке жомов, содержатся: водород (около 15%), метан (около 20%), окись углерода (около 15%).

Высушить жом вполне, т. е. выпустить его из жомосушки без содержания влаги, является нецелесообразным, так как сухой жом обладает большой гигроскопичностью и, будучи сложен в складе, притягивает большую или меньшую количество влаги в зависимости от влажности атмосферного воздуха. Напр., Jelinek (85) наблюдал, что жом, высушенный до содержания влаги 8%, при лежании на воздухе притягивал от 4% до 6% влаги, т. е. получался с содержанием 12%—14% влаги. Таким образом, высушивание жомов надо производить до содержания в нем влаги не более 10%.

Производительность жомосушки зависит в значительной мере от содержания воды в сыром жоме, поступившей в нее. Напр., в частном случае при отжимании жомов на прессах до содержания в нем 18% воды, производительность жомосушки вышеуказанных размеров достигала в сутки 1200 пуд. сухого жомов с содержанием 10% влаги.

**§ 116.** По сообщению Тигера (86) на одном русском сахарном заводе, перерабатывающем в сутки около 3500 берк. свеклы, было установлено для высушивания всего получаемого количества жомов два сушильных аппарата системы Büttner'a и Meyer'a, т. е. 2 печи и 2 барабана указанных размеров, 5 прессов для отжимания жомов системы Bromberg'a, 2 вентилятора производительностью на 20 куб. метр. воздуха каждый в минуту, 1 пресс для брикетирования сухого жомов производительностью более 2000 пуд. в сутки, транспортеры общей длиной 50 метр., шнеки общей длиной 75 метр. и 1 элеватор высотой 8 метр. Для приведения в движение жомовых прессов, сушильных барабанов, вентиляторов, транспортеров, шнеков, элеватора, брикетного пресса, был установлен 1 локомобиль системы Ланца, развивающий до 200 лощ. сил при давлении пара 12 атм., имеющий паровой котел 48 кв. метр. поверхности нагрева при 0,9 кв. метр. площади колосниковой решетки, и снабженный перегревателем пара 30,5 кв. метр. поверхности нагрева.

Распределение расхода силы было таково:

2 сушильных барабана по 5 лощ. сил . . . . .	10 л. с.
2 вентилятора по 20 л. с. . . . .	40 " "
5 прессов жомовых по 12 л. с. . . . .	60 " "
1 пресс брикетный . . . . .	50 " "
транспортеры . . . . .	10 " "
шнеки . . . . .	12 " "
элеватор . . . . .	2 " "
трансмиссия . . . . .	6 " "
<hr/>	
Итого . . . . .	190 л. с.

Стоимость всего оборудования была:

Здание . . . . .	34.400 руб. зол.
Аппараты и машины . . . . .	141.600 " "
<hr/>	
Всего 176.000 руб. зол.	

Средняя суточная работа завода:

свеклы . . . . .	3000 берк.
сухого жома . . . . .	2000 пуд.
выход сухого жома по в. свеклы . . . . .	5,5%
расход топлива на печи . . . . .	950 пуд.
расход топлива на печи по в. сухого жома . . . . .	47,5%
расход рабочей силы (на смену) . . . . .	15 человек.

При цене за пуд сырого жома 1,25 коп., за 1 пуд каменного угля 21 коп., при амортизации зданий 5% и 10% аппаратов и машин. получилась за производство себестоимость 1 пуда сушеного жома 40 коп., что при продажной цене 1 пуда сухого жома в 50 коп. и при продолжительности производства в 80 суток давало чистой прибыли 20.000 руб. зол. в год.

Сушеный жом имел состав:

Воды . . . . .	7,76%
Зола . . . . .	2,04%
Жиры . . . . .	1,28%
Клетчатки . . . . .	20,38%
Безазотист. экстрактивн. веществ . . . . .	58,30%
Растворимые углеводы . . . . .	20,38%
Сахара . . . . .	2,30%
Белка . . . . .	7,94%

Получаемый жом экспортировался за границу.

Если отжатый жом содержал в среднем 13% сухих веществ и 82% воды, а сухой жом содержал в среднем 93% сухих веществ и 7% воды, то на каждые 100 килогр. сырого жома выпаривалось:

$$\frac{(93 - 18) \times 100}{93} = 80,6 \text{ килогр. воды, т. е. получалось } 19,4 \text{ килогр. су-}$$

хого жома. Но на выпаривание жома в аппаратах затрачивалось по в. сухого жома 47,5% каменного угля теплопроводной способности

7500 калор. (применялся мытый Щербиновского), или, что то-же, затрачивалось по в. сырого отжатого жома  $\frac{47,5 \times 19,4}{100} = 9,6\%$ .

Если допустить, что сырой жом поступает в сушильный аппарат из прессов при 40°C, то для испарения из 100 килогр. жома 80,6 килогр. воды необходимо тепла:  $80,6 \times (606,5 + 0,305 \times 100 - 40) = 48119,2$  калор. Таким образом, термический коэффициент полезного действия сушильного аппарата Büttner'a и Meyer'a был в данном случае:  $\frac{48119,2 \times 100}{7500 \times 9,6} = 67,8\%$ . Janak (87), на основании непосредственных наблюдений за работой жомосушилки Büttner'a и Meyer'a, определил термический коэффициент полезного действия ее равным 67,5%.

Что касается расхода топлива на локомобиль, то при 11—12 атм. давления острого перегретого пара и при 0,5 — 0,75 атм. давления ретурного пара, этот расход пара на 1 лош. силу не превышает 4 килогр., что при 9-тикратной испарительной способности сжигаемого каменного угля составит 0,9 килогр. каменного угля на 1 лош. силу в 1 час. Таким образом, расход топлива на локомобиль в сутки будет:  $\frac{200 \times 0,9 \times 24}{16,4} = 263,4$  пуд. каменного угля. Если принять

во внимание, что расход тепла пара (топлива) на работу и на покрытие потерь в паровой машине будет 15% общего тепла пара (топлива), то 85% общего тепла пара (топлива) в виде ретурного пара может быть утилизировано в сахарном заводе на нагревание, выпаривание, уваривание. Значит, на отжим и сушку жома, в частном случае, должен быть отнесен расход топлива (в виде каменного угля) в сутки  $263,4 \times 0,15 = 39,5$  пуда. В результате общий расход топлива на печи и на локомобиль будет  $950 + 40 = 990$  пуд. в сутки на 200 пуд. сухого жома, или 48,5% по в. последнего, но при непременном условии, что весь ретурный пар из локомобилля используется в сахарном заводе для целей производства.

**§ 117.** Несмотря на самое тщательное наблюдение за температурой внутри огневой жомосушилки, во избежание возможности пригорания высушиваемого жома, таковое все-таки является в ней неизбежным, хотя бы даже в малой мере. Конечно, пригорание жома при высушивании сопровождается рядом химических процессов, в результате которых составные части жома претерпевают глубокие изменения, что обуславливает обычно понижение питательных достоинств жома, как кормового средства. Кроме того, при высушивании жома в огневых жомосушилках вполне возможно увлечение дымовыми газами зола топлива, которая остается в высушенном жоме, причем некоторые из составных частей этой золы оказываются вредными для здоровья животных.

Принимая во внимание, что в сыром жоме растворимые вещества, а, значит, и сахар, находятся в кислой среде, а потому при наличии в огневых жомосушилках температуры в пределах от 700°C—800°C до 100°—120°C и продолжительном пребывании жома в ней, напр., около  $\frac{1}{2}$  часа, вполне возможна частичная инверсия сахара с последующим распадом продуктов инверсии его. Что касается азотсодержащих органических веществ, содержащихся в жоме и к которым относится растительный белок, то и они при нагреве претерпевают глубокие изменения и подвергаются значительному раз-

ложению. Косвенным указанием на то, что при высушивании жома в огневых жомосушилках происходят химические процессы, сопровождающиеся некоторым разложением составных частей жома, может служить факт получения при экстрагировании сушеного жома эфиром или спиртом, экстракта, окрашенного в коричнево-желтый цвет.

Rydlewski (88) наблюдениями из практики установил, что при высушивании жома в сушильном аппарате Büttner'a и Meyer'a получается потеря сухих веществ, равная 0,16% по в. свеклы или 2,45% по в. сухого вещества жома.

Для сравнения состава жома до и после высушивания в огневой жомосушилке, а вместе с этим и для выяснения изменений, переносимых жомом при высушивании, которые обуславливают понижение питательных достоинств его, признаем уместным привести результаты анализов сырого и сухого жома (см. табл. ХСІ), произведенных Strohmeyer'ом (89) над пробами, полученными из разных сахарных заводов, где высушивание жома производилось в огневых жомосушилках:

Таблица ХСІ.

СЫРОЙ					
Проба	I	II	III	IV	V
Воды . . . . .	85.06	83.96	87.73	91.71	85.56
Белка . . . . .	1.28	1.44	1.36	0.69	1.06
Небелк. азот. веществ. . .	0.10	0.10	0.08	0.06	0.07
Жиры . . . . .	0.05	0.09	0.10	0.03	0.11
Безазот. экстракт. веществ	9.51	10.68	7.40	5.68	10.03
Клетчатки . . . . .	3.42	3.15	2.76	1.50	2.63
Золы . . . . .	0.52	0.56	0.52	0.30	0.50
Усвояемого белка . . . . .	64,4	67,8	70,0	66,7	67,0
СУХОЙ					
Воды . . . . .	8.78	8.56	4.19	6.64	4.19
Белка . . . . .	8.30	6.63	8.63	8.75	8.81
Небелк. азот. веществ. . .	0.26	0.18	0.25	0.28	0.26
Жиры . . . . .	1.07	0.57	0.84	0.92	0.75
Безазот. экстракт. веществ	58.87	60.42	62.42	59.22	61.52
Клетчатки . . . . .	18.77	19.90	20.19	20.77	20.89
Золы . . . . .	3.60	3.06	3.46	3.26	3.40
Усвояемого белка . . . . .	—	65,0	64,1	66,8	67,9

Из приведенных данных видно, что усвояемость белковых веществ в сухом жоме меньшая, чем таковых в сыром жоме. Тот же исследователь имел возможность произвести анализы проб жома, полученных на одном сахарном заводе при высушивании жома в огневой жомосушилке, причем, по недосмотру, жом подвергался большему или меньшему пригоранию; полученные результаты анализов этих проб жома, приводимые ниже (см. табл. ХСІІ), представляют значение в том отношении, что они являются вполне сравнимыми:

Таблица ХСII.

	Нормальный сухой		Пригоревший слабо		Пригоревший сильно	
	°	в 100 в. ч. сух. в.	%	в 100 в. ч. сух. в.	%	в 100 в. ч. сух. в.
Воды . . . . .	5,73	—	6,67	—	7,55	—
Белка . . . . .	9,25	9,84	9,20	9,89	9,38	10,18
Небелк. азот. веществ . . . . .	0,25	0,27	0,05	0,05	0,12	0,13
Жира . . . . .	0,76	0,81	1,02	1,10	1,20	1,30
Безазот. экстракт. веществ . . . . .	62,44	66,39	58,42	62,77	55,49	60,21
Клетчатки . . . . .	17,76	18,89	20,79	22,34	21,98	23,85
Золы . . . . .	0,58	3,80	3,58	3,85	3,99	4,33
Песка . . . . .	3,23	—	0,27	—	0,29	—
Пригоревших частей % . . . . .	3,04	—	16,02	—	29,05	—
Усвояемого белка % . . . . .	43,9	—	34,5	—	10,1	—

Окраска эфирного экстр. . . . . зелено-желт., коричнево-желт., темно-коричневая.

Примечание. Некоторое увеличение содержания жира в пригоревшем жоме объясняется тем, что в нем получают продукты сухой перегонки, которые, как и жир, растворяются в эфире.

Из рассмотрения приведенных данных видно, что при пригорании жома наиболее интенсивному изменению подвергаются безазотистые экстрактивные вещества, т. е. главным образом сахар, пентозаны и пектиновые вещества. Что касается белковых веществ, то содержание их в пригоревшем жоме несколько увеличенное, но это только кажущееся увеличение, объясняемое условиями анализа. Если посчитать усвояемость белка в нормально высушенном жоме за 100, то в слабо пригоревшем жоме усвояемость белка будет 75,2 и в сильно пригоревшем жоме она будет 22,0. Если принять во внимание, что в сухом жоме, содержится около 65% перевариваемого белка, то в данном случае даже в нормально сухом жоме содержание перевариваемого белка составляло только 70% такого в сыром жоме. Отсюда выясняется, как следствие, что те условия, которые на лицо в огневой жомосушилке, т. е. повышенная температура и продолжительное время, несмотря на принятие мер, исключающих возможность пригорания высушиваемого жома, все-таки оказываются влияют отрицательно на питательные достоинства высушиваемого жома, и, главным образом, в том отношении, что содержащиеся в нем белковые вещества становятся менее усвояемыми.

§ 118. Что касается возможности попадания в высушиваемый жом золы топлива, увлекаемой топочными газами, то Rydlewski (90) производил наблюдения в течение нескольких производств над работой сушильного аппарата Büttner'a и Meyer'a, причем получил такие результаты (см. табл. ХСIII):

Таблица ХСIII.

Кампания	I	II	III	IV
Золы на 100 в. ч. сухих веществ жома:				
в сыром жоме . . . . .	4,90	6,68	5,34	6,66
в сухом жоме . . . . .	6,10	7,38	7,06	7,82

Таким образом, несмотря на то, что при устройстве печи при сушильном аппарате Büttner'a и Meyer'a принимаются все меры к тому, чтобы зола топлива, увлекаемая топочными газами, осаждалась перед сушильным аппаратом, все-таки часть ее несомненно проникла внутрь последнего и задерживалась высушенным жомом. Тот же исследователь производил анализы золы сухого жома, причем получил такие результаты (см. табл. XCIV):

Таблица XCIV.

Состав золы	I	II	III	IV
Нераствор. в соляной к. . . . .	42,30	45,40	61,83	49,84
Окиси железа и окиси алюминия ( $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ ) . . . . .	9,31	3,12	7,08	6,50
Окиси кальция ( $CaO$ ) . . . . .	18,75	18,41	9,83	15,66
Окиси магния ( $MgO$ ) . . . . .	5,18	4,10	2,04	3,77
Серной кислот. ( $SO_3$ ) . . . . .	2,84	3,09	1,02	2,15

Наблюдениями из практики установлено, что в случае сжигания в топке жомосушилки каменного угля, содержащего относительно большое количество серы, в золе получаемого жома будет находиться сравнительно много солей серной кислоты, оказывающих вредное влияние на животных, откармливаемых этим жомом.

**§ 119.** В паровых жомосушилках высушивание жома производится теплом пара, которое передается жому через металлическую поверхность нагрева аппарата, и одновременно теплом нагретого воздуха, которое передается высушиваемому жому непосредственно. Пар и нагретый воздух, применяемые в паровых жомосушилках, имеют сравнительно низкую температуру, а именно  $130^{\circ}$ — $150^{\circ}C$ , вследствие чего устраняются возможность пригорания жома и вместе с этим значительные изменения в сторону отрицательную—его питательных свойств. В результате, жом, полученный из паровых жомосушилок, имеет светло-серый цвет, обладает приятным запахом и не содержит золы топлива и т. д., он является кормом высокого качества, который охотно поедают животные.

Паровые жомосушилки начали приобретать распространение на сахарных заводах только за последнее десятилетие перед мировую войной, причем наибольшее применение получили паровые жомосушилки системы Sperber'a, а также и системы Rasmussen'a.

Сушильный аппарат системы Sperber'a представляет собою совокупность четырех клепаных из котельного железа полуцилиндров (корыт) с двойными стенками, расположенных один над другим в четыре этажа; диаметр корыта около 1,5 метр., длина его около 6 метр. В каждом корыте вращается на горизонтальной оси пучок стальных трубок, завальцованных своими концами в днища двух железных камер, и на внешней поверхности которых расположены винтообразно железные лопатки; число трубок в первом корыте 40, во втором 50, в третьем и четвертом по 60; число оборотов этих пучков трубок различно в каждом корыте, а именно: в первом (сверху) 25, во втором—20, в третьем—15 и в четвертом 10 в 1 минуту. Под нижним корытом расположены чугунные ребристые трубы (радиаторы), служащие для нагрева воздуха. Корыта и радиаторы заключены в общий железный кожух, который наверху имеет выходное отверстие

в трубу, на котором устанавливается эксгаустер, служащий для отсасывания из аппарата выделяющихся водяных паров и для засасывания в него атмосферного воздуха. Для нагрева аппарата в пространство между стенками всех четырех корыт впускают ретурный пар с давлением, не превышающим 1 атм., во избежание повреждения стенок корыт; в пучки трубок, расположенных во всех четырех корытах, впускают острый пар с давлением, не превышающим 5 атм.; в ребристые трубы впускают ретурный пар. Для улавливания мелких частиц сухого жома аппарат снабжается особой камерой с перегородками, соответственно расположенными. Стенки аппарата необходимо хорошо изолировать, чтобы предохранить их от потери тепла.

Действие аппарата следующее: отжатый жом, предварительно изрезанный на мелкие кусочки посредством резальной машины, устроенной на принципе американских мясорубных машин, поступает в верхнее корыто, где, при посредстве лопаток, винтообразно расположенных на поверхности трубок, он пересыпается сверху вниз между трубками и одновременно передвигается от одного конца корыта к другому. Жом, пройдя первое корыто, поступает во второе и т. д., а из нижнего корыта сухой жом посредством шнека удаляется из аппарата.

Поверхность нагрева одного сушильного аппарата указанных размеров около 200 кв. метр., причем производительность его в сутки до 75 центнеров (225 пуд.) сухого жома с содержанием воды около 10% при условии, если сырой отжатый жом содержит около 15% сухих веществ; на производительность аппарата оказывает влияние степень измельчения жома, поступающего в аппарат. Расход сил на приведение в действие одного аппарата около 20 л. с.

По сообщению Плакшницкого (91), стоимость 2 сушильных аппаратов Sprenger'a общей производительностью до 500 пуд. сухого жома в сутки, 2 жоморезок, 1 двойного эксгаустера, 3 жомовых прессов, 1 паровой машины на 100 эффект. сил или 122 инд. силы, 1 парового котла 250 кв. метр. поверхности нагрева, с шнеком, транспортером, элеваторами, но без зданий, т. е. всего комплекта и с монтажом 50.000—55.000 руб. зол. в Германии и, едва ли менее, 60.000—65.000 руб. зол. в России.

§ 120. Сушильный аппарат системы Rasmus'a представляет собою совокупность 130 штук стальных трубок длиной 6,5 метра, диаметром 46/50 мм., завальцованных своими концами в днища двух железных камер, укрепленных по концам стального полого вала, приводимого в движение от винтового зацепления. Указанная система трубок заключена в цилиндрический кожух, клепанный из котельного железа, причем нижняя половина его имеет двойные стенки. Внутри трубок впускается острый пар давления 4 атм., а между двойными стенками кожуха впускается ретурный пар. Для подогрева входящего воздуха служат чугунные радиаторы, а для подогрева уходящего воздуха, насыщенного парами воды, во избежание конденсации последних, служат змеевки. На внешней поверхности системы трубок укреплены железные лопатки, соответственно расположенные, а потому при вращении системы трубок высушиваемый жом пересыпается между трубками сверху вниз и передвигается от одного конца аппарата к другому. Число оборотов системы трубок 8—10 в 1 минуту. Для засасывания в аппарат воздуха и отсасывания из него воздуха, насыщенного водяными парами, устанавливается эксгаустер. Аппарат занимает место 9×2×2 метр. Производительность

аппарата, имеющего общую поверхность нагрева 150 кв. метр. (без радиаторов и змеевиков), 500—550 пуд. сухого жома, при условии, если отжатый жом, поступающий из прессов в сушилку, имеет 18%—20% сухих веществ. Для приведения в движение аппарата требуется 12 лошадей сил. Стенки аппарата снаружи должны быть хорошо изолированы для предохранения их от потери тепла. Для успешного действия аппарата необходимо жом, подлежащий высушиванию, измельчать на особых резальных машинах, причем от степени измельчения жома зависит производительность аппарата.

5 таких сушильных аппаратов Rasmusa общей суточной производительностью 2500 пуд. сухого жома было поставлено перед войной на одном русском сахарном заводе и о работе их имеются благоприятные отзывы. Для приведения в движение сушильных аппаратов, жомовых прессов, вентиляторов, транспортеров была установлена 1 паровая машина на 150 внд. сил.

§ 121. Как на особые преимущества паровой жомосушилки Sperber'a, а вместе с этим и других систем такого рода сушек указывают: возможность использования низких сортов топлива; автоматичность действия, что обуславливает получение высококачественного продукта, независимо от внимательности и добросовестности рабочего; не требуется устройства особого здания для установки аппаратов, каковые возможно поместить внутри заводского здания.

§ 122. Для суждения о производительности сушильного аппарата Sperber'a считаем уместным привести результаты наблюдений, произведенных Gutherz'ом (92) на одном из австрийских сахарных заводов, на котором были установлены два аппарата Sperber'a указанных выше размеров (см. табл. XCV).

Таблица XCV.

Опыт	Продол- жительн. опыта ча- сов.	Сухих ве- ществ в сыром от- жатом жо- ме %	Сухих ве- ществ в су- хом жоме %	Производитель- ность I аппар- метр. центер.		Примечание.
				В сутки	В час	
I	24	13,31	7,53	57,85	2,44	Корыта грелись ре- турным паром давле- ния 0,5 атм., а пучки трубок острым паром давления 4—5 атм.
II	21	13,52	13,81	68,7	2,86	

Разумеется, производительность этой жомосушилки, как и всякой другой, зависит, при определенных размерах ее поверхности нагрева, от давления греющего пара и от содержания воды в поступающем отжатом жоме.

Для характеристики хода процесса высушивания жома в этом аппарате тот же исследователь приводит следующие данные (см. табл. XCVI):

Таблица XCVI.

№ корыта сверху	I	II	III	IV
Сухих веществ в жоме % . . .	13,54	22,10	36,65	92,86
Выпарено воды в % от общего количества выпаренной воды	44,51	25,42	13,13	12,72

§ 123. Что касается теплового баланса в сушильном аппарате Spreber'a, а вместе с этим расхода топлива в нем, то таковой возможно вычислить, руководствуясь нижеследующими данными.

Производительность одного аппарата в 1 час 1600 килогр. сырого жома с содержанием 15,5% сухих веществ, или же 283 килогр. сухого жома с содержанием 14% воды. В аппарате такой производительности возможно высушить в сутки все то количество сырого неотжатого жома, которое получается при переработке в сутки 500 берк. свеклы. Расход силы на один аппарат 22—24 инд. силы. Вентилятор для воздуха, производительностью 8000 куб. метр. в 1 час. Жом сырой загружается в аппарат при 30°C и выгружается из него при 60°C. Воздух поступает в аппарат при 15°C и уходит из него при 70°C.

Расход тепла в аппарате будет слагаться:

1. На работу в паровой машине и на покрытие потерь тепла в ней.
2. На нагрев высушиваемого жома с 30°C до 70°C.
3. На нагрев поступающего воздуха с 15°C до 70°C.
4. На потери тепла аппаратом и коммуникацией лучеиспусканием и соприкосновением с воздухом.
5. На потери тепла в выгружаемом сухом жоме.
6. На потери тепла в конденсационной воде, если она будет уходить из автоматов при температуре 100°C.
7. На испарение воды из жома при высушивании его.

1. Расход пара на 1 инд. силу в 1 час, имеющего давление 7 атм. (8 абс. атм.) около 14,5 килогр., т. е. всего  $23 \times 14,5 = 333,5$  килогр. На работу в паровой машине и на потери тепла в ней расходуется 15% тепла пара, т. е.  $\frac{333,5 \times 15}{100} = 50$  килогр. пара в которых содержатся тепла:  $50 \times 540 = 27.000$  калор.

2. На нагрев сырого жома, при удельн. теплоемкости его 0,9 калор., требуется тепла:  $1600 \times 0,9 \times (70 - 30) = 57600$  калор.

3. Из 1600 килогр. сырого жома с 15,5% сух. веществ получится сухого жома с 14% воды:  $\frac{1600 \times (96 - 15)}{100} = 282,7$  килогр.

При высушивании жома приходится выпаривать  $1600 - 282,7 = 1317,3$  килогр. воды, но 1 куб. метр. воздуха, насыщенного парами воды при 70°C, содержит 0,1968 килогр. воды, а потому для высушивания жома требуется воздуха:  $\frac{1317,30}{0,1968} = 6694$  куб. метр., практи-

чески следует считать 8000 куб. метр. воздуха. Для нагрева воздуха необходимо тепла:  $8000 \times 1,01 \times (70 - 15) \times 0,237 = 103323$  калор., при чем 1 куб. метр. воздуха при 70°C весит 1,01 килогр.

4. Потерю тепла аппаратом и коммуникацией на практике принято считать около 15% от общего расхода тепла, т. е. в частном случае 20000 калор.

5. Потеря тепла в выгружаемом горячем сухом жоме при теплоемкости его 0,4 калор. будет:  $282,7 \times 0,4 (60 - 30) = 3392$  калор.

6. Потеря тепла в конденсационной воде, имеющей температуру 115°C, при охлаждении ее до 100°C, благодаря парообразованию, если эта вода из автоматов будет стекать в открытый сборник, может быть определена в предположении, что в 1 час будет охлаждаться около 1800 килогр. конденсационной воды, каковое количество воды выделит тепла:  $1800 \times (115 - 100) = 27000$  калор.

7. Для получения 282,7 килогр. сухого жома с содержанием 14% воды необходимо выпарить 1317,3 килогр. воды, т. е. превратить в пар при 70°C, на что надлежит затратить тепла:  $1317,3 \times (607 + 0,3 \times 70 - 70) = 735053$  калор.

Итого расход тепла на получение 282,7 килогр. сухого жома с содержанием 14% воды или для высушивания 1600 килогр. сырого отжатого жома с содержанием 15,5% воды будет:

1. На паровую машину . . . . . = 27.000 калор.
2. На нагревание жома . . . . . = 57.600 ..
3. На нагревание воздуха . . . . . = 103.323 ..
4. На лучеиспускание . . . . . = 20.000 ..
5. Потеря в сухом жоме . . . . . = 3.392 ..
6. Потеря в конденсационной воде . . . = 27.000 ..
7. На выпаривание воды . . . . . = 735.053 ..

973.368 калор.

Если давление острого и ретурного пара будет в среднем около 2,5 атм., т. е. греющий пар будет около 140°C, то, при конденсации в воду 115°C, 1 килогр. его выделит тепла:  $607 + 0,3 \times 140 - 115 = 534$  калор. Таким образом расход пара в сушильном аппарате в 1 час будет:  $\frac{973368}{534} = 1824,1$  килогр.

Значит, термический коэффициент полезного действия сушильного аппарата Sprenger'a будет:  $\frac{1317,3 \times 100}{1824,1} = 72,3\%$ .

Если предположим, что сжигаемый в паровике каменный уголь имеет теплотворную способность 7000 калор., и, если допустим, что коэффициент полезного действия паровика 0,7, то при питательной воде для паровика в 115°C уголь будет обладать 9-кратной испарительной способностью, т. е. расход топлива в данном случае в 1 час будет:  $\frac{1824,1}{9} = 202,7$  килогр., что составит:  $\frac{202,7 \times 100}{282,7} = 71,5\%$  по

в. сухого жома, или  $\frac{71,5 \times 282,7}{1600} = 12,63\%$  по в. сырого отжатого жома.

**§ 124.** Из вышеприведенного расчета теплового баланса парового сушильного аппарата Sprenger'a, который, несомненно, аналогичен паровым сушильным аппаратам других систем, между прочим, явствует, что в 1 час для получения 282,7 килогр. сухого жома требуется израсходовать 1824,1 килогр. пара, из которых приходится  $333,5 - 50 = 283,5$  килогр. в виде ретурного пара и  $1824,1 - 283,5 = 1540,6$  килогр. в виде острого пара. Таким образом, в паровых жомосушилках расход пара складывается из 81,4% острого пара и 18,6% ретурного пара.

В виду того, что сушильный аппарат означенной производительности соответствует суточной переработке завода 500 бекк. свеклы или 68 килогр. в 1 минуту, расход пара на высушивание в частном случае будет:  $\frac{1824,1 \times 100}{60 \times 68} = 44,7\%$  по весу свеклы.

Если принять испарительную способность 1 кв. метр. поверхности нагрева паровика 15 килогр. в час, то для сушильного аппара-

та означенной производительности и паровой машины указанной мощности надлежит установить паровик поверхности нагрева:

$$1824,1 \div 15 \approx 125 \text{ кв. метр.}$$

§ 125. Если сравнивать расход топлива на высушивание жома в газовых и паровых жомосушилках, то, очевидно, во вторых из них он будет больше, чем в первых. Если допустим, что значения термических коэффициентов полезного действия той и другой из них одинаковы и равны 70%, но при паровых жомосушилках топливо сжигается в паровике, термический коэффициент полезного действия которого не превышает 0,7, а потому в конечном результате термический коэффициент полезного действия всей установки для сушения жома посредством пара, состоящей из совокупности парового сушильного аппарата и парового котла, не превышает 50%. В подтверждение правильности высказанного возможно сослаться на практические данные, приводимые выше.

Термический коэффициент полезного действия газовой жомосушилки Büttner'a и Meyer'a равен 67,8%. Расход топлива в этой жомосушилке составляет 48,5% по весу жома. Принимая во внимание, что термический коэффициент полезного действия газовой жомосушилки Huillard'a достигает 82%, а потому, применяя эту жомосушилку, возможно достигнуть расхода топлива около 40% по весу сухого жома. Итак, расход твердого минерального топлива хорошего качества в газовых жомосушилках практически колеблется от 40% до 60% по весу сухого жома, т. е. в среднем около 50% по весу последнего. Если учесть, что сухого жома получается около 7% по весу перерабатываемой свеклы, то расход топлива в газовых жомосушилках будет колебаться около 3,5% по весу свеклы.

Термический коэффициент полезного действия паровой жомосушилки Sperber'a равен 72,3%. Расход топлива в этой жомосушилке составляет 71,5% по весу сухого жома. Если учесть, что сухого жома получается около 7% по весу перерабатываемой свеклы, то расход топлива в паровых жомосушилках колеблется около 5,0% по весу перерабатываемой свеклы.

Таким образом, разница в расходе топлива при газовых и паровых жомосушилках составит около 20% по весу сухого жома, т. е. около 1,50% по весу свеклы, т. е. около 7 фун. на 1 берк. свеклы.

§ 126. Указанный расход топлива на газовую жомосушилку будет фактически при неприменном условии полной утилизации регурного пара из того парового двигателя, который приходится устанавливать в данном случае для приведения в движение жомовых прессов, сушильных барабанов, вентиляторов, транспортеров, трансмиссии. Мощность этого парового двигателя колеблется от 75 инд. сил до 100 инд. сил на 1000 пуд. сухого жома в сутки, которые получаются при высушивании всего количества жома получаемого в заводе, перерабатывающем в сутки 1500 берк. свеклы. Но на каждые 1000 берк. свеклы суточной переработки сахарного завода требуется паровой двигатель мощностью 100 инд. сил. Таким образом, в случае высушивания жома в газовых жомосушилках придется увеличивать мощность двигателя на каждые 1000 берк. суточной переработки завода до 150 инд. сил. Как известно, в сахарном заводе, рационально оборудованном, общий расход пара не превышает 55% по весу перерабатываемой свеклы, из которых не более 22%

приходится расходовать на паровые двигатели, причем получаемый из них ретурный пар в количестве 20% по весу свеклы утилизируется на нагрев второго корпуса пятикорпусной выпарки, т. е. со-вершит в последней 4-кратное выпаривание. Конечно, в случае применения газовых жомосушилок количество ретурного пара увеличится в заводе на 50%, т. е. будет составлять 30% по весу свеклы. Если в данном случае весь ретурный пар будет утилизирован на нагрев также второго корпуса пятикорпусной выпарки, то, очевидно, 10% по весу свеклы острого пара, совершающих в пятикорпусной выпарке 5-тикратное выпаривание, будут заменены тем же количеством ретурного пара, совершающего в той же выпарке только 4-кратное выпаривание, и от чего общий расход пара (и топлива) в этом заводе увеличится на  $\frac{10}{5} = 2\%$  по весу свеклы.

При установке газовых жомосушилок необходимо заранее учесть возможность рационального использования всего тепла ретурного пара, получаемого в данном случае в излишнем количестве, благодаря установке дополнительного парового двигателя, или вследствие замены одного парового двигателя другим соответственно большей мощности. Идти ли уместно говорить о том, что в случае выпуска „на крышу“ всего количества того ретурного пара, которое получается из парового двигателя, обслуживающего газовые жомосушилки, влечет за собою потерю 10% пара, или, что то же, 10% топлива по весу свеклы, т. е. около 5 фун. каменного угля на 1 берк. свеклы, но, разумеется, если все количество жома, получаемое ежедневно в заводе, будет подвергаться высушиванию.

§ 127. В отношении стоимости оборудования высушивания жома при посредстве газовых и паровых жомосушилок уместно заметить, что при одинаковой производительности в первом случае таковое оборудование будет стоить значительно дешевле, чем во втором. Напр., оборудование на 1000 пуд. сухого жома в сутки, в случае установки газовых жомосушилок, обойдется около 70.000 руб. зол., а в случае установки паровых жомосушилок около 100.000 руб. зол., что, конечно обуславливает разницу в отчислении капитала на амортизацию, а вместе с этим влечет за собою разницу в себестоимости полученного сухого жома.

В конструктивном отношении следует признать, что паровые жомосушилки сложнее газовых, благодаря чему первые требуют более частого и дорогого ремонта, чем вторые.

Расход топлива в газовых жомосушилках по весу сухого жома меньше, чем в паровых жомосушилках.

Вот те существенные преимущества, которые имеют газовые жомосушилки по сравнению с паровыми и чем надлежит объяснить, то широкое распространение на заграничных (преимущественно немецких) сахарных заводах газовых жомосушилок системы Büttner—Meuerga, Petri—Heking'a и др., и ограниченное распространение там же паровых жомосушилок Sperber'a, Rasmus's'a и др., несмотря даже на то, что сухой жом, полученный из газовых жомосушилок обладает пониженными качествами и расценивается дешевле, нежели сухой жом, полученный из паровых жомосушилок.

§ 128. Современное решение вопроса о высушивании жома нельзя признать технически рациональным, так как при высушивании жома в сушильных аппаратах газовых или паровых требуется

затрачивать очень большое количество топлива по весу высушиваемого жома, а вместе с этим и по весу перерабатываемой свеклы. Действительно, если из 100 килогр. свеклы получается 100 килогр. сырого неотжатого жома с содержанием 6% сухих веществ, то при отжатии жома прессами возможно удалить из него до 70% воды, т. е. получится 30 килогр. отжатого сырого жома с содержанием 20% сухих веществ; если подвергнуть это количество жома высу-

$$\frac{(90-20) \times 30}{90} = 23,3$$

шиванию, то при этом придется выпарить из него 6,7 килогр. сухого жома с содержанием 90% сухих веществ и 10% воды. Если предположим, что расход топлива на высушивание жома будет 50% по весу сухого жома, то на высушивание жома потребуется топлива в виде каменного угля  $6,7 \times 0,5 = 3,35\%$  по весу свеклы. Как известно, на рационально оборудованных сахарных заводах общий расход пара колеблется около 55 килогр. на 100 килогр. свеклы, что при 9-кратной испарительной способности каменного угля хорошего качества составляет  $\frac{55}{9} \approx 6\%$  по весу свеклы.

Отсюда очевидно, что при самых благоприятных условиях расход топлива на высушивание жома будет составлять 50% общего расхода топлива на все производство.

Разумеется, такой результат решения означенного вопроса нельзя признать технически рациональным.

Вот почему, еще за несколько лет до мировой войны Greiner (93) предлагал производить высушивание жома посредством пара в двух сушильных аппаратах, работающих совместно на том же принципе, как и выпарные аппараты двухкратного действия, причем, конечно, должно получиться уменьшение расхода пара (значит, и топлива) почти в два раза. Он патентовал принцип (O. U. Pat. № 32863 от 30 марта 1907 г.) конструкции такого рода сушильного аппарата двухкратного действия, при этом предлагал, чтобы нагрев первого аппарата производился паром 140°C, а температура высушивания жома в нем была 120°C, и нагрев второго аппарата производился паром, выделяющимся при высушивании жома в первом аппарате, а температура высушивания жома в нем была 100°C; что касается пара, выделяющегося во втором аппарате, то он таковой предлагал утилизировать для подогрева жома, поступившего в первый аппарат.

В специальной литературе нет указания на практическое осуществление высушивания жома в такого рода сушильных аппаратах.

**§ 129.** Проф. Зуев (94) указывает на то, что в последнее время в разного рода химических производствах широко используется принцип, так наз., „теплового насоса“ с целью сокращения расхода топлива и предлагает этот принцип „теплового насоса“ использовать при решении вопроса о сокращении расхода топлива при высушивании жома, так как посредством турбокомпрессора возможно сжимать тот пар, который выделяется при высушивании жома в аппарате и применять его снова для нагрева того же аппарата. Если предположим, что выделяющийся пар при высушивании жома имеет температуру 85°C, каковой соответствует упругость пара 0,57 абс. атм. и если допустим, что этот пар будет сжат турбокомпрессором до упругости 1,74 абс. атм., каковая соответствует температуре пара 115°C, то, конечно, полученный сжатый пар может быть снова утилизирован для нагрева

того же сушильного аппарата при наличии в нем поверхности нагрева соответствующих размеров. Как известно, наименьшее количество воды, которое подлежит выпариванию при высушивании отжатого жома, составляет 25% по весу перерабатываемой свеклы; но в паровой жомосушилке для выпаривания из жома 1 килогр. воды приходится расходовать не менее 1,2 килогр. пара, а потому на высушивание жома в паровой жомосушилке приходится расходовать не менее  $25 \times 1,25 = 30\%$  пара по весу перерабатываемой свеклы.

Общий расход пара в сахарном заводе, в котором производится высушивание жома будет при рациональном оборудовании завода на 100 килогр. свеклы, перерабатываемых в 1 минуту:

На паровые машины . . . . .	3 килогр.
На выпаривание, потери и проч. . . . .	52 „
На высушивание жома . . . . .	30 „

Итого . . . 85 килогр.

На сахарном заводе, на котором производится высушивание жома, мощность паровых двигателей составляет на 100 килогр. свеклы, перерабатываемых в 1 минуту, 150 лощ. сил.

Как известно из термодинамики, 1 калория = 426 килогр. метр., и 1 л. с. = 75 килогр. метр. сек., а потому теоретический расход тепла на 1 л. силу в 1 час будет:

$$\frac{75 \times 60 \times 60}{426} = 630 \text{ калор.}$$

Если  $30 \times 60 = 1800$  килогр. пара, имеющего упругость 0,57 абс. атм. или температуру 85°C. будут сжиматься турбокомпрессором до упругости 1,74 абс. атм., или до температуры 115°C, то для этого необходимо затратить тепла при адиабатическом сжатии:  $1800 \times (115 - 85) \times 1,4 = 75.600$  калор. \*).

Если принять коэффициент полезного действия турбокомпрессора 0,6, то для сжатия означенного количества пара при указанных условиях требуется двигатель мощностью:  $\frac{75600}{630 \times 0,6} = 200$  л. с.

Таким образом, на сахарном заводе, на котором предположено утилизировать для высушивания жома принцип „теплового насоса“, общая мощность паровых двигателей должна быть 350 инд. сил на 100 килогр. свеклы, перерабатываемых в 1 минуту. Если предположим, что расход острого пара на 1 инд. силу в 1 час будет 10 килогр., то расход острого пара на паровые двигатели будет в 1 час:  $350 \times 10 = 3500$  килогр., или в 1 мин. 58,3 килогр.; но расход пара на работу и потери тепла в паровых двигателях составляют 10% общего расхода пара, т. е. в данном случае 3,83 килогр., а потому ретурного пара из паровых двигателей получится  $58,3 - 3,83 = 54,47$  килогр., т. е. ровно столько, сколько необходимо пара на 100 килогр. свеклы в 1 минуту на нагрев, выпаривание, уваривание, потери и проч.

Таким образом, при условии полной утилизации ретурного пара для целей нагревания, выпаривания, уваривания, расход пара, а вместе с этим и топлива на сахарном заводе, на котором производится высушивание жома в паровых жомосушилках с применением „теплового насоса“, будет таков же, как и на сахарном заводе, где высушивание жома не производится.

\*) 1,4- постоянный коэффициент.

Несомненно, практическое осуществление изложенной выше теплотехнической проблемы потребует наличия паровых сушильных аппаратов с поверхностями нагрева увеличенных размеров, что, возможно, вызовет необходимость некоторой реконструкции этих аппаратов.

§ 130. При высушивании жома в газовых или паровых сушильных аппаратах получается сухой жом, который по своему химическому составу является непостоянным, что, несомненно, зависит от химического состава сырого жома, который подвергался высушиванию; но, как известно, химический состав перерабатываемой свеклы, условия работы на диффузии, в отношении температуры нагрева содержимого диффузоров и предела выщелачивания жома, не только на разных сахарных заводах, но даже на одном и том же заводе в течение производства, являются неодинаковыми, а отсюда вытекает, как следствие, что и химический состав высушиваемого жома на разных сахарных заводах в различные производства будет подвержен большим колебаниям, не говоря уже о том, что химический состав жома зависит от содержания в нем воды, а потому при сравнении результатов анализов различных проб сырого жома надлежит пересчитывать их на сухое вещество.

Относительно зависимости химического состава сухого жома от способов высушивания его, т. е. при посредстве горячих газов или пара, то на основании результатов химического анализа многочисленных проб сухого жома, полученного при высушивании тем и другим способом, трудно установить какую либо правильность, и в доказательство чего уместно привести результаты анализов (см. табл. XCVII), полученные Stiff'ом (95):

Таблица XCVII.

Состав сухого жома, высушенного газами.

Воды . . . . .	от	4,197%	до	15,80%
Белка . . . . .	"	4,50	"	8,51
Амидов . . . . .	"	0,06	"	1,31
Жиры . . . . .	"	0,22	"	1,80
Безазот. экстр. веществ . . . . .	"	47,70	"	62,73
Клетчатки . . . . .	"	13,60	"	21,26
Золы . . . . .	"	2,63	"	5,96
Песка . . . . .	"	0,02	"	2,94

Состав сухого жома, высушенного паром.

Воды . . . . .	от	8,36%	до	11,76%
Белка . . . . .	"	6,69	"	10,25
Амидов . . . . .	"	0,12	"	0,25
Жиры . . . . .	"	0,51	"	1,15
Безазот. экстр. веществ . . . . .	"	55,14	"	60,64
Клетчатки . . . . .	"	18,45	"	21,60
Золы . . . . .	"	3,18	"	4,97
Песка . . . . .	"	0,04	"	1,13

примечание: Число анализов сухого жома, полученного при высушивании паром, относительно меньше числа анализов сухого жома, полученного при высушивании горячими газами.

Однако, некоторым подтверждением того, что при высушивании жоме посредством горячих газов происходит большее разложение сахара, чем при высушивании жоме посредством пара, может служить факт наличия большего количества инвертного сахара в сухом жоме из сушильного аппарата Büttner—Meyer'a, чем из сушильного аппарата Sperber'a, как то подтверждается результатами анализов, произведенных Herzfeld'ом (96) проб сухого жоме, полученного при высушивании в том и другом аппарате (см. табл. XCVIII):

Таблица XCVIII.

Büttner—Meyer'a	Sperber'a
Инвертного сахара на 100 в. ч. сух. вещ.	
0,24	0,17
0,29	0,21
0,40	0,25
0,97	0,66
0,63	0,41

§ 131. Пробы сухого жоме, полученного при высушивании газовым и паровым способами, различаются по окрашиванию и запаху: жом из газовых сушилок получается более темный и с характерным неприятным запахом, а жом из паровых сушилок получается более светлый и с особым приятным запахом; если второй жом поедается охотно животными, то этого нельзя сказать о первом жоме.

Разумеется, самым главным критерием сухого жоме, как кормового средства, должны служить данные, характеризующие степень его усвояемости. В этом отношении особый интерес представляют опыты Keilner'a, Volhard'a и Нонсапр'a (97), производивших кормление овец сухим жомом, полученным из одного и того же сырого жоме высушиванием в газовой жомосушилке Büttner—Meyer'a и в паровой жомосушилке Sperber'a. Химический состав того и другого жоме был таков (см. табл. XCIX):

Таблица XCIX.

Жомосушилка	Büttner—Meyer'a	Sperber'a
	На 100 в. ч. сухих веществ	
Белка . . . . .	9,48	9,12
Жира . . . . .	0,77	0,45
Безазот. экстр. веществ . . . . .	66,46	66,51
Клетчатки . . . . .	19,54	19,76
Золы . . . . .	3,75	4,16

Усвояемость составных частей того и другого жоме получилась таковая (см. табл. C):

Таблица С.

Жомосушилка	Büttner— Meyer'a	Sperber'a
	%	%
Сухие вещества . . . . .	72.2	74.9
Орг. вещества . . . . .	74.2	76.8
Белка . . . . .	54.7	49.6
Клетчатка . . . . .	64.4	76.7
Безазот. экстр. веществ . . . . .	83.6	85.8

На основании этих опытных данных возможно придти к заключению, что степень усвояемости составных частей жома, полученного высушиванием горячими газами и паром, мало разнится, а поэтому питательные достоинства того и другого сухого жома следует признать почти одинаковыми.

§ 132. Сушеный жом для удобства транспортирования и хранения подвергается брикетированию. Насколько велика разница объема равного веса сушеного жома в сыпучем виде и в брикетированном, это видно из того, что 1 куб. саж. сушеного жома в насыпанном виде весит 125—130 пуд., в брикетированном 400—425 пуд., или, что то же, 1 куб. метр. сушеного жома в сыпучем виде весит 250 килогр., а в брикетированном виде—750 килогр. Таким образом, вес 1 жел.-дор. вагона сухого жома в сыпучем состоянии около 300 пуд., причем жом приходится упаковывать в мешки весом по 2 пуда, а вес 1 жел.-дор. вагона сушеного жома в брикетированном виде около 900 пуд., причем он может быть сложен без упаковки. Конечно, хранение сушеного жома в брикетированном виде потребует склада почти в три раза меньших размеров, чем для хранения того же количества сушеного жома в сыпучем состоянии.

Для брикетования сушеного жома применяются пресса специального устройства, изготавливаемые машиностроительным заводом Брейтфель-Данека в Праге. Пресс производительностью до 2000 пуд. сухого жома в сутки требует затраты около 50 л. с. Для успешности действия прессы необходимо, чтобы прессуемый жом был горячим. Размеры получаемых брикетов жома 180×100×40 милл.; в 1 куб. сажени укладывается до 15.000 шт. брикетов.

§ 133. При устройстве склада для хранения жома необходимо иметь в виду, чтобы в таковом отсутствовала сырость, а потому он может быть не отапливаемым, но должен быть хорошо вентилируем. Стены склада могут быть кирпичные, деревянные, пол из досок, уложенных на брусках, крыша кроется толем, железом. Что касается размеров склада, то они зависят, конечно, от количества сушеного жома, подлежащего хранению в нем, причем при расчете размеров склада надлежит руководствоваться вышеуказанными данными веса единицы объема сушеного жома.

§ 134. Весьма важным является вопрос об изменениях, претерпеваемых сушеным жомом при продолжительном хранении его в складах. Для решения этого вопроса Herzfeld и Paar (98) произвели многочисленные опытные наблюдения над хранением в продолжении нескольких месяцев в заводских складах проб жома, полученного при высушивании жома в газовых сушильных аппаратах Büttner—Meyer'a и в паровых сушильных аппаратах Sperber'a. Полученные результаты (в сокращенном изложении) оказались таковы (см. табл. С1):

Таблица ОI.

Способ высушивания	Даты	В % сухого жома					В % сух. веществ жома				
		Воды	Сух. вещ.	Золы	Сах.	Нив. сах.	Азота	Золы	Сах.	Нив. сах.	Азота
В. и М.	10/II-1910	11,61	88,39	3,98	1,95	0,21	1,30	4,50	2,21	0,24	1,48
В. и М.	28/VI-1910	12,98	87,02	—	1,75	0,20	1,29	—	2,01	0,23	1,48
В. и М.	10/II-1910	15,08	84,92	4,39	1,58	0,34	1,26	5,17	1,86	0,40	1,48
В. и М.	28/VI-1910	13,80	86,20	—	1,62	0,35	1,27	—	1,88	0,41	1,47
В. и М.	10/II-1910	11,83	88,17	4,04	2,20	0,22	1,19	4,58	2,50	0,25	1,35
В. и М.	28/VI-1910	11,62	88,38	—	1,75	0,62	1,17	—	1,98	0,70	1,32
В. и М.	10/II-1910	14,72	85,28	3,87	1,55	0,20	1,04	4,54	1,82	0,23	1,22
В. и М.	28/VI-1910	11,52	88,48	—	1,57	0,21	1,09	—	1,77	0,24	1,23
В. и М.	10/II-1910	19,90	80,10	3,87	1,25	0,22	1,22	4,83	1,56	0,27	1,52
В. и М.	28/VI-1910	17,1	82,9	—	1,05	0,47	1,24	—	1,27	0,57	1,49
Sp.	10/II-1910	8,28	91,72	4,09	3,27	0,24	1,22	4,46	3,57	0,26	1,33
	28/VI-1910	11,70	88,30	—	3,13	0,23	1,18	—	3,54	0,27	1,34
Sp.	10/II-1910	13,60	86,40	3,89	3,22	0,24	1,19	4,50	3,73	0,28	1,38
	28/VI-1910	12,75	87,25	—	3,24	0,25	1,21	—	3,71	0,29	1,39
Sp.	10/II-1910	8,99	91,01	4,24	2,70	0,25	1,25	4,65	2,97	0,27	1,37
	28/VI-1910	10,36	89,64	—	2,60	0,24	1,50	—	2,92	0,27	1,68
Sp.	10/II-1910	13,25	86,75	4,24	2,85	0,22	1,22	4,89	3,29	0,25	1,41
	28/VI-1910	11,50	88,50	—	2,95	0,23	1,23	—	3,33	0,26	1,45

На основании даже одних этих данных следует признать, что сушеный жом сохраняется в складах обычного устройства очень хорошо, так как не замечается в большинстве случаев каких либо существенных изменений в составе сушеного жома до и после хранения, несмотря на то, что опыты производились в то время года, когда температура воздуха, а вместе с этим влажность его подвержены резким колебаниям.

Выводы, к которым пришли названные исследователи на основании результатов своих наблюдений, таковы:

Во избежание изменения веса при хранении сушеного жома, таковой следует сушить до содержания в нем воды от 11 до 13%. Если сушить жом до содержания в нем воды выше или ниже указанных пределов, то он при хранении или поглотит часть влаги и увеличится в весе, или же отдаст часть влаги и уменьшится в весе, а потому в конечном результате в нем будет содержаться указанное количество воды. Напр.:

Содержание воды в сушеном жоме

до хранения	После хранения
7,20%	9,52%
10,42%	10,63%
13,30%	11,14%
17,34%	12,08%

В частном случае сушеный жом с содержанием 20—22% воды после 7 месяцев хранения в хорошо вентилируемом складе оказался с содержанием 11%—13% воды, а в плохо вентилируемом складе с содержанием 14,5%—15,5% воды.

Сушеный жом с содержанием не более 15% воды не подвергается заметным изменениям в своем составе в течение 6-ти месяцев при хранении его в хорошо вентилируемом складе; но если сушеный жом содержит воды более указанного предела, то он может подвергаться порче, благодаря жизнедеятельности разного рода микроорганизмов и преимущественно грибов (плесени), и особенно, если склад будет недостаточно хорошо вентилируем. Особой разницы в степени сохранности сушеного жома не наблюдалось при укладке его в мешках или кучах, но возможно, что в мешках сушеный жом скорее приобретает постоянную влажность, чем в кучах, что, конечно, должно способствовать лучшей сохранности очень влажного жома.

Особого сгравания сушеного жома, уложенного в кучах и мешках, не наблюдалось при хранении даже в жаркие летние месяцы.

§ 135. Сушеный жом по своим питательным достоинствам должен быть отнесен к числу интенсивных кормов, и в этом отношении он мало разнится от отрубей, как это подтверждается результатами анализов сушеного жома и отрубей (см. табл. СII), произведенных Устьянцевым (99):

Таблица СII.

	Воды %	Протеина %	Жиры %	Безазот- веществ %	Клет- чатки %	Золы %	Крахм. эквив.
Жом сушеный	10,9	7,0	0,4	58,8	18,7	3,9	53,8
Отруби . . .	13,3	15,5	4,8	54,0	8,0	4,5	48,1

Если принять стоимость 1 пуда сух. жома 60 к. з. и отрубей 60 к. з., то стоимость 1 фунта крахмального эквивалента будет в первом случае 2,8 к. з. и во втором—3,1 к. з.

Сушеный жом применяется, как корм, с успехом для рогатого скота. Сушеный жом переваривается хорошо и, будучи по своей природе корнелодом, он может компенсировать недостаток в рационе сочных кормов; кроме того, сушеный жом при замачивании в воде разбухает, т. е. является об'емистым, а потому он может компенсировать часть грубых кормов.

Рацион сушеного жома Тигер (100) рекомендует, на основании личных опытов такой (см. табл. СIII):

Таблица СIII.

	Средняя суточная порция	Максимальная суточная порция
Дойная корова . . . . .	7½ фун.	11 фун.
Убойный вол, корова . . . . .	12 "	18 "
Рабочий вол . . . . .	10 "	15 "
Убойная овца . . . . .	1 "	2½ "
Теленок . . . . .	2½ "	5 "

Рацион следует вводить не сразу, а постепенно; напр., первые два дня дают  $\frac{1}{4}$  указанного рациона, следующие два дня  $\frac{1}{2}$ , затем несколько дней  $\frac{3}{4}$  и, наконец, возможно перейти к полному рациону по, конечно, при соответственном уменьшении других кормов.

Производились опыты кормления сушеным жомом и лошадей причем получались благоприятные результаты.

§ 136. Как на весьма существенный недостаток современного способа извлечения сахара из свеклы, осуществляемого в диффузионной батарее, указывают, что при нем требуется большой расход воды, а именно более 200% по весу свеклы и в отбросах получается весьма большое количество сточной воды (диффузионной), а именно более 100% по весу свеклы, которая по своему химическому составу такова, что весьма скоро подвергается воздействию микроорганизмов, т. е. портится, и потому без предварительной очистки не может быть спущена в общественные водоемы. Кроме того, в случае необходимости высушивания жома, или транспортирования его, он подвергается отжиманию на прессах, причем получается прессовой воды около 50% по весу свеклы, которая по вышеуказанным причинам также не может быть спущена в общественные водоемы. Учитывая столь существенные недостатки современного способа извлечения сахара из свеклы, нельзя признать его технически совершенным и, как таковой, он требует значительных улучшений.

Еще в 70-х годах прошлого столетия Sostmann (101) предлагал использовать диффузионную и прессовую воды, возвращая их обратно в диффузионную батарею, причем он рекомендовал прибавлять к этим водам небольшое количество извести. В конце 90-х годов Енько и Переплетчиков (102) снова предлагали возвращать диффузионную воду в диффузионную батарею, при этом почти в течение всего производства применяли этот способ на одном из русских сахарных заводов.

Как известно, при наборе последнего диффузора, нагруженного свекловичной стружкой, соком из предыдущего диффузора, в первый диффузор накачивается чистая вода, которая вытесняет сок, содержащийся в этом диффузоре, в последующий диффузор, а при откачке из последнего диффузора диффузионного сока последний вытесняется соком из предыдущего диффузора на мерник, причем в первый диффузор накачивается чистая вода, которая вытесняет сок, содержащийся в этом диффузоре, в последующий диффузор, после чего жом и диффузионная вода выгружаются из первого диффузора. Несомненно, что разница в химическом составе сока, заключающегося в первом диффузоре в момент набора и откачки диффузионного сока, если и будет различаться, то весьма незначительно, так как в том и другом случае чистая вода омывает почти обессахаренную свекловичную стружку. В доказательство правильности вышеизложенного возможно привести результаты анализов проб сока (см. табл. CIV), взятых из первого диффузора в моменты набора и откачки диффузионного сока, полученные Сильманом (103).

Таблица CIV.

	Проба I-я.		Проба II-я.	
	Набор.	Откачка.	Набор.	Откачка.
Бриксы . . . . .	0,7	0,6	0,7	0,66
Сахар . . . . .	0,33	0,27	0,35	0,30
Доброкач. . . . .	47,1	45,8	50,0	45,4

Не подлежит сомнению, что состав сока в первом диффузоре в моменты набора и откачки диффузионного сока зависит от целого

ряда факторов: от сахаристости и доброкачественности сока перерабатываемой свеклы, от потерь сахара в жоме и диффузионной воде, от величины оттока диффузионного сока, от температуры нагрева сока в катеризаторах. Таким образом, на одном и том же заводе в течение не только одного производства, но даже одной смены, состав сока в зоне диффузии будет подвержен колебаниям, не говоря уже о разных заводах. Действительно, что в одном заводе является диффузионной водой, то в другом заводе является слабым соком, и наоборот.

Итак, несомненно, технически рациональным является возврат диффузионной и прессовой вод в диффузионную батарею, чем может быть достигнута сокращение расхода чистой воды и устранение сточные воды, требующие сравнительно дорогой очистки. Действительно, если общий расход чистой воды на диффузии составляет обычно 225% по весу свеклы, при чем получается 125% диффузионной воды и 50% прессовой воды по весу свеклы, то при возврате этих количеств означенных вод обратно на диффузию, расход чистой воды на диффузии уменьшится до 50% по весу свеклы.

§ 137. На первый взгляд возвращение диффузионной и прессовой вод обратно на диффузию является очень простым; но на практике встречаются большие затруднения. Эти воды содержат значительное количество взвешенных веществ, представляющих собою мелкие кусочки жома; последние получают частью при изрезывании свеклы резальными машинами, а частью при отжимании жома прессами, причем в прессовой воде их заключается больше, чем в диффузионной. При обычном способе работы вполне удовлетворяются увлажнением сравнительно крупных кусочков жома посредством процеживания этих вод через металлические сита. Вот почему при первоначальных попытках возвращения этих вод обратно на диффузию встретилось затруднение в том отношении, что содержащиеся в диффузионной и особенно в прессовой водах мелкие кусочки жома, пройдя через прозоры металлических сит в диффузорах и в прессах, осаждались на поверхности жома, находящегося в нижнем диффузоре, образуя на нем малопроницаемый слой, чем затруднялась циркуляция сока в диффузионной батарее и, значит, увеличивалось время полного оборота работы последней, а вместе с этим уменьшалась суточная переработка завода, причем сточные воды, предназначенные к возврату на диффузию и находящиеся в сборниках, начинали бродить, т. е. делаться кислыми, с значительным содержанием инвертного сахара и притом сильно пениться.

Опыт показал, что для успешного возврата диффузионной воды и особенно прессовой воды, необходимо подвергнуть их самой тщательной фильтрации для удаления содержащихся в них взвешенных веществ, а также следует нагревать эти воды в сборниках по крайней мере до 60° С для предотвращения возможности жизнедеятельности в них микроорганизмов, а вместе с этим для устранения их закисания.

§ 138. В 900-х годах Claassen (104) патентовал способ возвращения диффузионной и прессовой воды обратно в диффузионную батарею, причем он обратил самое серьезное внимание на возможно полное удаление из этих вод взвешенных веществ, с каковою целью он пропускал воду через два металлических сита, расположенные одно над другим, причем верхнее было неподвижное, а нижнее качающееся, имеющее 50 отверстий на 1 кв. сант. и делающее 60 ка-

чаний в 1 минуту; после сит воды поступали в два отстойника, представляющие собою цилиндрические с коническими днищами железные резервуары, причем каждый из них имел диаметр 1,5 метр. и высоту 2,5 метр. и был снабжен внутри вертикальной железной перегородкой, делящей резервуар на две части и недоходящей до дна его на 0,75 метр. Вода поступает в резервуар сверху, опускается вниз, омывает перегородку, поднимается вверх и выходит из резервуара, при этом взвешенные вещества в виде ила, осаждаются на дне резервуара, откуда они периодически удаляются. В виду того, что этот ил содержит много воды, в которой находится сахар, он спускается в особый отстойник, куда прибавляется некоторое количество извести, после чего смесь перекачивается на фильтрпрессы и служит для вытеснения из последних сока, т. е. заменяет собою часть воды, расходуемой на промывание грязи в фильтрпрессах.

Чтобы судить о том, в каком количестве находится свекловичная мязга в различных диффузорах, в случае возвращения сточных вод в диффузионную батарею, Herzfeld (195) отбирал одновременно пробы свекловичной стружки из всех диффузоров и пропускал ее через металлические сита разной плотности, причем получил такие результаты (см. табл. CV):

Таблица CV.

Отверстия в ситах.	4 милл.	2 милл.	1 милл.	1/2 милл.
Остаток на сите в %.				
Диффузор I . . .	7,0	4,5	1,5	0,75
.. II . . .	6,9	4,3	1,25	0,5
.. III . . .	6,1	4,3	0,75	0,3
.. IV . . .	5,0	4,2	0,5	0,35
.. V . . .	4,5	3,8	0,5	0,3
.. VI . . .	4,5	3,5	0,5	0,25
.. VII . . .	6,7	3,9	1,7	0,45

Из этих данных видно, что наибольшее количество мязги наблюдается в первом (вода) и в последнем (сок) диффузорах; но, кроме того, мязга находится и в промежуточных диффузорах.

Необходимо иметь в виду, что диффузионная вода, благодаря наличию в ней коллоидальных веществ (напр., белков), способна сильно пениться, а потому перекачивание этой воды желательно производить не центробежным, а плюнжерным насосом, а концы труб, по которым перекачивается диффузионная вода из резервуара в резервуар, должны быть направлены в днища этих последних. Кроме того, диффузионная вода должна быть возможно высокой температуры, что достигается усиленным нагревом сока в калоризаторах диффузоров, ближайших к воде. Диффузионная вода, подлежащая возврату в диффузионную батарею, по возможности не должна застаиваться в сборниках, во избежание закисания ее. Что касается сборников, то они могут быть открыты, но во всяком случае доступные для периодической чистки и дезинфекции их.

§ 139. В случае возвращения диффузионной и прессовой вод обратно в диффузионную батарею возможен ряд вопросов, из которых наиболее существенные следующие:

Во-первых, каково получается уменьшение расхода чистой воды на диффузию.

Во-вторых, насколько увеличиваются потери сахара в жоме, а равно, как изменяются общие потери сахара на диффузии.

В-третьих, насколько увеличивается откачка диффузионного сока по весу свеклы.

В-четвертых, как изменяются качества диффузионного сока, сатурационных соков, полупродуктов и продукта.

В-пятых, насколько изменится производительность диффузионной батареи.

В-шестых, какова будет величина неопределенных потерь сахара на диффузии.

В-седьмых, насколько затрудняется работа на последующих станциях завода.

В-восьмых, как отражается возвращение сточных вод на прочисти аппаратов, машин и коммуникации.

Правильное решение данных вопросов возможно дать, основываясь на теоретических соображениях и руководствуясь практическими данными.

§ 140. В обычных условиях количество диффузионной воды получается около 125% по весу свеклы, считая вместе с водой, заключающейся в калоризаторах и расходуемой на ополаскивание диффузоров, причем диффузионной воды, как таковой, т. е. содержащейся в диффузоре вместе с жомом, получается около 95% по весу свеклы; что касается прессовой воды, то, при откатки жома шнеком, ее получается около 25% по весу свеклы. Таким образом, общее количество диффузионной и прессовой вод будет не более 150% по весу свеклы. Как известно, общий расход воды в диффузионной батарее составляет 225% по весу свеклы.

Если диффузионная вода будет возвращаться на диффузию, то при вытеснении этой водой сока, содержащегося в последнем диффузоре, будет расходоваться ее на вытеснение сока из диффузора около 95% по весу свеклы, на вытеснение сока из калоризаторов и коммуникации около 15% по весу свеклы, а всего  $95 + 15 = 110\%$  по весу свеклы.

Разумеется, одновременно сок из предыдущего диффузора наполнит диффузор с загруженной свекловичной стружкой. В дальнейшем чистая вода будет вытеснять диффузионную воду, содержащуюся в последнем диффузоре, в последующий диффузор, причем ее будет расходоваться также 110% по весу свеклы. Конечно, одновременно сок из последнего диффузора будет откачиваться на мерник. Что касается ополаскивания стенок диффузора, после выгрузки из него жома, то это возможно производить диффузионной водой, расходуя последней 10—15% по весу свеклы. Значит, в данном случае вся диффузионная вода, т. е. в количестве 125% по весу свеклы будет возвращена на диффузию. В конечном результате расход чистой воды на диффузию, в случае возвращения в последнюю диффузионной воды, будет 110% по весу свеклы. Таким образом, расход чистой воды на диффузию в указанном случае уменьшится на 50% по весу свеклы. Конечно, в случае возвращения на диффузию жомовой воды из шнека в количестве 25% по весу свеклы, или прессовой воды из пресса в количестве 50% по весу свеклы, на те же количества уменьшится и расход чистой воды на диффузию. Обычно диффузионная и прессовая воды собираются в отдельные сборники, из которых они и расходуются на диффузию, при чем сначала в последний диффузор накачивают прессовую воду, которая по сво-

ему составу, если не одинакова, то близка составу сока в предпоследнем (от воды) диффузоре. Во всяком случае, возвращение диффузионных и прессовых вод на диффузию следует производить сполна, чтобы избежать получения сточных вод с диффузии, а вместе с этим устранить необходимость устройства полей орошения.

§ 141. В отношении содержания сахара в жоме, в случае возвращения диффузионной воды на диффузию, следует заметить, что таковое должно быть больше, чем при обычной работе с чистой водой, так как во втором случае содержащаяся в последнем диффузоре почти обессахаренная свекловичная стружка смывается в два раза большим количеством чистой воды, чем в первом случае, что, конечно, должно сопровождаться более полным обессахариванием ее. С целью выяснения, какова будет разница содержания сахара в жоме в том и другом случае, Claassen (106) отбирал пробы жома, диффузионной и прессовой вод и анализировал их, причем получил такие результаты (см. табл. CVI):

Таблица CVI.

Порядки	Жом (прессованный)		Смесь диффуз. и прес- совой вод	
	Нов. диф.	Стар. диф.	Нов. диф.	Стар. диф.
1	1,17	0,44	0,86	0,13
2	1,09	0,41	0,78	0,13
3	1,03	0,39	0,79	0,13
4	1,19	0,45	0,91	0,13
5	1,18	0,38	0,90	0,12
6	1,27	0,39	0,91	0,11
7	1,29	0,42	0,94	0,12
Среднее . .	1,15	0,41	0,83	0,13

Количество прессованного жома получалось при новом способе 38% по весу свеклы, а по обычному способу 58% по весу свеклы. и, кроме того, при обычном способе получалось диффузионной и прессовой вод 150% по весу свеклы. Для сравнения вышеприведенных данных о содержании сахара в жоме при новом и обычном способе надлежит сделать соответствующий пересчет, т. е. предположить, что в том и другом случае прессованного жома получалось одинаковое количество, т. е. 58% по весу свеклы; в этом случае получится, что содержание сахара в жоме было:

при новом способе . . . . 0,76% по весу свеклы

при обычном способе . . . . 0,41% по весу свеклы.

Необходимо учитывать, что в данном случае в диффузионную батарею возвращалась как диффузионная, так и прессовая вода, чем и следует объяснить столь большую разницу содержания сахара в жоме, получаемом при описанном и обычном способе. В случае возвращения в диффузионную батарею только одной диффузионной воды, эта разница содержания сахара в жоме, получаемом при описанном и обычном способе, будет, конечно, меньшая. Шапр., Гилько (107) указывает, что в среднем почти за все производство при возвращении в диффузионную батарею диффузионной воды (прессовая вода

отсутствовала) содержание сахара в жоме получилось 0,46% по весу его, а при обычном способе работы в среднем за одну неделю производства содержание сахара в жоме получалось 0,44% по весу его. В общем при возвращении в диффузионную батарею только одной диффузионной воды, содержание сахара в жоме, если увеличится по сравнению с обычным способом, то едва ли более, чем на 0,2% по весу его; напр., содержание сахара в жоме будет 0,6% вместо обычных 0,4% сахара в нем.

В конечном результате общая потеря сахара на диффузии будет при описанном способе мало разниться от таковой при обычном способе. Напр., при исследовании Claassen'a, потери сахара на диффузии были:

*При новом способе:*

38% по весу свеклы прессованного жома с содержанием 1,15% сахара по весу его, а потому потеря сахара в жоме была:  $\frac{1,15 \times 38}{100} = 0,37\%$  по весу свеклы.

*При обычном способе:*

58% по весу свеклы прессованного жома с содержанием 0,41% сахара по весу его, а потому потеря сахара в жоме была:

$\frac{0,41 \times 58}{100} = 0,238\%$  по весу свеклы; 150% по весу свеклы диффузионной и прессовой вод с содержанием 0,13% сахара по весу их, а потому потеря сахара в этих водах была  $\frac{0,13 \times 150}{100} = 0,195\%$ .

Итого общая потеря сахара на диффузии:  $0,238 + 0,195 = 0,433\%$  по весу свеклы. Значит, в частном случае потери сахара на диффузии при новом и обычном способе почти одинаковы.

В вышеуказанном предположительном случае потери сахара на диффузии будут:

*При новом способе:*

100% по весу свеклы жома с содержанием 0,6% сахара по весу его, а потому потеря сахара на диффузии будет:  $\frac{100 \times 0,6}{100} = 0,6\%$  по весу свеклы.

*При обычном способе:*

100% по весу свеклы жома с содержанием 0,40% сахара по весу его, а потому потеря сахара в жоме будет:  $\frac{0,40 \times 100}{100} = 0,40\%$  по весу свеклы; 120% по весу свеклы диффузионной воды с содержанием 0,15% сахара по весу ее, а потому потеря сахара в диффузионной воде будет:  $\frac{0,15 \times 120}{100} = 0,18\%$  по весу свеклы.

Итого общая потеря сахара на диффузии будет:  $0,40 + 0,18 = 0,58\%$  по весу свеклы. Значит, в указанном предположительном случае потери сахара на диффузии будут почти одинаковы.

Чтобы судить о том, как влияет на содержание сахара в жоме возврат в диффузионную батарею диффузионной и прессовой воды, уместно привести результаты анализов проб диффузионного сока, жома и диффузионной воды, полученные Herzfeld'ом (108) при его исследовании.

довании на сахарном заводе в Dormagen'e, управляемом Claassen'ом. На этом заводе установлены четыре диффузионные батареи: первая состоит из 8 диффузоров по 75 гектолитр. емкости каждый, вторая—из 10 диффузоров по 56 гектолитров емкости каждый, третья—из 8 диффузоров по 50 гектолитров емкости каждый, четвертая—из 6 диффузоров по 50 гектолитров емкости каждый. В первую батарею возвращали прессовую и диффузионную воды в таком количестве, что не приходилось добавлять чистой воды; в остальные три батареи возвращали диффузионную воду и прибавляли чистую воду. Откачка диффузионного сока колебалась от 112% до 120% по весу свеклы. Нагрев сока в калоризаторах производился до 78°—80°C.

Содержание сахара в свекле было около 15% по весу ее.

Результаты анализов проб диффузионного сока, жома и диффузионной воды получились таковы (см. табл. CVII):

Таблица CVII.

Свекла	Д и ф ф у з и о н н ы й с о к															
	I-я батарея.				II-я батарея.				III-я батарея.				IV-я батарея.			
	Сахар		Добр.	Кисл.	Сахар		Добр.	Кисл.	Сахар		Добр.	Кисл.	Сахар		Добр.	Кисл.
Br.	Сак.	Br.			Сак.	Br.			Сак.	Br.			Сак.			
15.2	13.5	11.77	87.2	0.038	12.8	11.26	88.0	0.044	12.9	11.41	88.45	0.036	13.4	11.77	87.8	0.032
15.6	13.3	11.33	85.2	0.042	13.1	11.19	85.4	0.042	13.1	11.46	87.45	0.042	12.9	11.19	86.7	0.042
14.8	13.2	11.50	87.1	0.042	13.2	11.61	88.95	0.038	13.2	11.44	86.7	0.045	12.8	10.89	85.1	0.046
14.8	13.3	11.52	86.6	0.042	12.6	10.57	83.9	0.010	12.7	10.90	85.8	0.036	12.6	10.79	85.6	0.036

Ж о м.				Диффузионная вода.			
Поляризация.				Поляризация.			
I-я бат.	II-я бат.	III-я бат.	IV-я бат.	I-я бат.	II-я бат.	III-я бат.	IV-я бат.
1.4	0.6	0.4	0.2	1.6	0.35	0.48	0.08
1.9	0.2	0.3	0.2	1.0	0.25	0.32	0.17
1.6	0.6	0.4	0.2	1.2	0.30	0.48	0.22
1.6	0.8	0.5	0.4	1.2	0.57	0.29	0.06

Из этих данных видно, что в случае возвращения в диффузионную батарею одной только диффузионной воды и при добавлении к ней чистой воды, потери сахара в жоме не будут превышать таковые в жоме и в диффузионной воде при обычном способе работы. Но в случае работы на диффузии исключительно с прессовой и диффузионной водою, т. е. без добавления чистой воды, потери сахара в жоме будут значительно превышать таковые в жоме и в диффузионной воде при обычном способе.

§ 142. Из вышеизложенного явствует, что при возвращении в диффузионную батарею только диффузионной воды и сравнительно небольшого количества жомовой воды из шнека, т. е. когда добавляется почти равное им количество чистой воды, величина откачки диффузионного сока может быть такой же, как при обычном способе работы, потому что некоторое увеличение содержания сахара в жоме, получающемся в данном случае, компенсируется за счет отсутствия потерь в диффузионной воде, которая возвращается обратно в диффузионную батарею. Но, в случае возвращения в диффузионную ба-

тарею всей диффузионной воды и всей прессовой воды, т. е. когда добавляется сравнительно небольшое количество чистой воды, величина откачки диффузионного сока должна быть увеличена с целью уравнения потерь сахара в жоме с таковыми в жоме и в диффузионной воде при обычном способе работы. Конечно, это увеличение откачки диффузионного сока будет разное в каждом частном случае, но едва ли оно превысит нормальную на 25%, так как при этом придется добавить большее количество чистой воды, что повлечет за собой уменьшение содержания сахара в жоме и в диффузионной воде.

Таким образом, работа на диффузии по этому способу при некоторых условиях будет сопровождаться увеличением расхода топлива. Разумеется, в случае увеличения откачки диффузионного сока время полного оборота диффузионной батареи увеличится, а вместе с этим уменьшится суточная производительность ее.

§ 143. Передко высказывается предположение, что в случае возвращения диффузионной и прессовой вод обратно в диффузионную батарею, получаемый диффузионный сок будет обладать более низкой доброкачественностью, чем таковой, получаемый при обычном способе. Это предположение нельзя признать обоснованным ни теоретически, ни практически. Если принять во внимание, что при описанном способе работы на диффузии жом получается с большим содержанием сахара, т. е. выщелачивание его производится до более высокого предела, чем при обычном способе работы на диффузии, то вместе с этим в диффузионный сок будет поступать из свекловичной стружки меньше сахара. Что касается диффузионной воды, получающейся при описанном способе работы на диффузии, и возвращаемой в диффузионную батарею, то она в данном случае получается при однократном омывании содержимого последнего диффузора, а не двукратном, как то бывает при обычном способе работы на диффузии, благодаря чему в нее поступает из свекловичной стружки меньше сахара. В конечном итоге то и другое должно обусловить скорее повышение, чем понижение доброкачественности диффузионного сока, получаемого при описанном способе работы.

Claassen (109) применял одновременно на двух диффузионных батареях описанный и обычный способы работы, причем перерабатываемая свекла и загружаемая свекловичная стружка были в том и другом случае совершенно одинаковых качеств. Результаты, полученные при этом заводском опыте, были таковы (см. табл. CVIII):

Таблица CVIII.

Д и ф ф у з и о н н ы й с о к .								
Неделя.	Новый способ.				Обычный способ.			
	Вр.	Сах.	Добр.	Кисл.	Вр.	Сах.	Добр.	Кисл.
1	14,81	13,04	87,9	1,03	14,57	12,70	87,2	1,07
2	14,45	12,68	87,7	1,00	14,18	12,43	87,7	0,99
3	14,81	13,05	87,9	1,00	14,43	12,58	87,2	1,02
4	14,50	12,74	87,9	1,01	14,19	12,41	87,5	1,03
5	14,13	12,38	87,8	0,99	13,74	11,98	87,2	1,02
6	13,16	11,50	87,3	0,98	13,05	11,30	86,6	0,95
7	12,97	11,27	87,9	0,99	12,96	11,28	86,8	1,02
Среднее:	14,43	12,88	87,6	1,00	13,87	12,10	87,2	1,02
Сахара в жоме = 1,15%				Сахара в жоме = 0,41%				
Сахара в диф. и пресов. воде = 0,86%				Сах. в диф. и пресов. воде = 0,13%				

Енько (110) произвел химический контроль на одном русском сахарном заводе, на котором почти все производство возвращали диффузионную воду в диффузионную батарею, причем получил такие результаты (см. табл. СІХ):

Таблица СІХ.

	Нормальн. сок.			Диффуз. сок.		
	Бр.	Сах.	Добр.	Бр.	Сах.	Добр.
При работе с диффузион. водой	20,1	16,63	82,7	14,9	21,11	83,2
При работе с чистой водой . . .	17,5	14,25	81,4	13,9	11,82	82,9

Из этих данных видно, что доброкачественность диффузионного сока, получаемого при описанном и обычном способе работы на диффузии, почти не разнится между собою.

Чтобы судить о том, каковы будут качества возвращаемых в диффузионную батарею диффузионной и прессовой вод. Claassen (111) производил анализы проб сока, вятых одновременно из всех диффузоров и проб прессовой воды, вытекающей из-под прессов, причем получил такие результаты (см. табл. СХ):

Таблица СХ.

Диффузор №	С о к		
	Бр.	Сах.	Добр.
1	12,65	11,13	88,0
2	13,4	11,79	88,0
3	10,7	9,00	83,5
4	7,8	6,54	83,8
5	5,6	4,47	79,8
6	3,9	2,95	74,9
7	2,65	1,73	65,3
8	1,3	0,88	67,7
9	0,5	0,29	59,0

Прессовая вода.

Проба №	Бр.	Сах.	Добр.
1	2,0	1,33	61,5
2	2,5	1,63	65,0
3	2,2	1,35	66,8

Из этих данных видно, что прессовая вода по своему качеству не ниже, чем диффузионная вода, а потому возвращение прессовой воды в диффузионную батарею является вполне допустимым, оно не будет вызывать понижения доброкачественности получаемого в данном случае диффузионного сока.

§ 144. Выводилось предположение, что в случае возвращения диффузионной и прессовой вод обратно в диффузионную батарею возможно в последней закисание сока. С этим мнением возм. же со-

гласиться только в том отношении, что закисание сока в диффузорах более возможно при описанном, чем при обычном способе работы; напр., если происходит задержка в использовании диффузионной и прессовой вод, находящихся в открытых сборниках, куда могут проникнуть микроорганизмы из воздуха и быстро там развиваться; но для устранения такого отрицательного явления необходимо, чтобы эти воды были нагреты, по крайней мере, до 60°C. Во всяком случае из вышеприведенных данных явствует, что кислотность диффузионного сока, полученного при том и другом способе, почти одинакова.

Несомненно, что самым лучшим доказательством отсутствия в диффузионной батарее каких-либо биологических процессов, могущих обусловить разрушение сахара, тогда, когда возвращается обратно на диффузию диффузионная и прессовая воды, может служить определение в данном случае величины неопределенных потерь сахара на диффузии. С указанной целью Herzfeld (112) произвел химический контроль диффузионной батареи по описанному способу на сахарном заводе в Дормагене, причем нашел, что неопределенные потери сахара на диффузии составляют 0,17% по весу свеклы, т. е. мало разнятся от таковых при обычном способе работы на диффузии.

§ 145. В отношении качеств полупродуктов и продукта, получаемых в случае работы на диффузии с возвращением диффузионной и прессовой вод, следует заметить, что и они ничем не отличаются от таковых, получаемых при обычном способе работы на диффузии. Действительно, диффузионные сока, получаемые в том и другом случае, по своим качествам мало разнятся между собою, а вместе с этим из них должны получиться, после дефекации, естурации и дальнейшей переработки полупродукты и продукты одинаковых качеств. В подтверждение правильности вышеизложенного возможно сослаться на категорическое утверждение Claassen'a, что при возврате в диффузионную батарею диффузионной и прессовой вод получились вполне нормальные полупродукты и продукт хорошего качества, при чем не наблюдалось каких-либо особых затруднений в работе на отдельных станциях завода.

§ 146. Неоднократно высказывалось мнение, что в случае возврата диффузионной и прессовой вод в диффузионную батарею, возможно более энергичное воздействие этих кислых вод на металлические части аппаратов и машин. Принимая во внимание, что кислотность этих вод обуславливается наличием в них весьма малых количеств органических кислот, которые следует отнести к числу малодейственных, а потому, если указанное раз'едание металлических частей аппаратов и машин и будет, то в очень малой степени и для устранения чего соответственные важные железные части аппаратов и машин следует заменить бронзовыми и латунными, напр., сита на прессах, поршневые кольца в насосах и проч.

§ 147. Итак, на основании всего вышеизложенного приходим к выводу о возможности практического осуществления возврата диффузионной и прессовой вод на диффузию, благодаря чему устраняются самые существенные недостатки, присущие диффузионному способу извлечения сахара из свеклы, осуществляемому в диффузионной батарее, а именно: сокращается расход чистой воды, устраняется получение сточных вод. Непременным условием успешного осуществления этого способа работы на диффузии являются: получение свекловичной резки с возможно меньшим количеством „мязи“, отжимания жома с возможно наименьшим истиранием его в „мязгу“.

полное удаление из диффузионной и прессовой вод могущей содержаться в них „мязги“, непрерывный возврат означенных сточных вод на диффузию при достаточно повышенной температуре их. По статистическим данным Толпыгина (113) за 1913—1914 г., возвращение диффузионной воды обратно на диффузионную батарею производилось на 15 сахарных заводах.

§ 148. В целях устранения получения диффузионной воды при извлечении сахара из свеклы диффузионным способом, а вместе с этим и сокращения расхода чистой воды при этом способе, возможно использовать предложенный Pfeiffer'ом в конце 90-х годов пр. ст. и патентованный им способ опоражнивания диффузоров посредством сжатого воздуха. В этом случае посредством компрессора сжатый воздух накачивают в тот диффузор, который подлежит разгрузке, т. е. содержит жом и диффузионную воду, причем последняя давлением воздуха вытесняется в следующий диффузор; после чего давлением сжатого воздуха вытесняют из этого диффузора жом, направляя его по трубе на пресса. Конечно, вытеснение из диффузора диффузионной воды посредством сжатого воздуха производят в момент, когда диффузионный сок из последнего диффузора откачивается на мерник. Таким образом, устраняется получение диффузионной воды и сокращается на половину расход чистой воды на диффузию.

Этот способ был применен изобретателем на управляемом им сахарном заводе в течение нескольких производств, давая благоприятные результаты. На этом заводе было две диффузионных батареи по 8 диффузоров в каждой, причем диффузор имел диаметр 1,4 метр., общую высоту 4,5 метр., был емкостью 400 ведер и вмещал нагрузку 165 пуд. свекловичной стружки. На одной трети высоты нижнего чугунного конуса диффузора было отлито кольцеобразное расширение, покрытое со внутренней стороны, как и конус, железной решеткой; через патрубок диаметром 100 милл. в это кольцевое расширение поступал сжатый воздух; к нижнему отверстию диффузора, имевшему диаметр 300 милл., примыкало изогнутое чугунное колено трубы, диаметром 350 милл.; нижнее отверстие диффузора закрывалось посредством гидравлического затвора особого устройства. Жом по трубе длиной 33 метра поднимался на высоту 13 метр. Воздух накачивался компрессором под давлением 2,5 атмосфер. На одном из вновь строившихся до войны русских сахарных заводов предполагалось применение описанного способа опоражнивания диффузоров. На этом заводе суточной производительности до 5000 берк. свеклы в сутки подлежала установке одна диффузионная батарея, состоящая из 14 диффузоров по 500 ведер емкости каждый. Компрессор для сжатия воздуха был рассчитан производительностью на 800 литров воздуха в 1 минуту упругостью 3 атмосферы, при чем для приведения в действие этого компрессора необходим был электромотор мощностью 15 лощ. сил.

Преимущество описанного способа и оборудования его состоит в полном устранении получения диффузионной воды, сокращении расхода чистой воды на половину, уменьшение числа рабочих рук, отсутствии тяжелой и грязной работы под диффузорами, нет необходимости в устройстве жомовых канав и жомовых шнеков, причем в первых нередки задержки выгрузки жома, а во вторых поломки движущихся частей, что, конечно, сопряжено с задержкой в работе и расходами по ремонту.

§ 149. Никто не станет отрицать, что в настоящее время происходит борьба между различными способами извлечения сахара из свеклы и преимущественно между старым—прерывно-диффузионным и новыми непрерывными диффузионно-прессовыми. С уверенностью можно сказать, что диффузионный способ, как отживший свой век, будет оставлен и заменен одним из новых способов. Едва ли не полвека диффузионный способ считался единственным решающим вполне задачу извлечения сахара из свеклы; но время шло, а вместе с ним изменились требования, и те недостатки, которые были присущи указанному способу, конечно, всегда, не были так заметны, как теперь. Из этих недостатков существенные таковы:

Во-первых, диффузия с ее диффузорами, калоризаторами, коммункацией, транспортером для свекловичной стружки, шнеком для жома, представляет собою в совокупности сложное устройство, стоящее сравнительно дорого и требующее относительно дорогого ремонта.

Напр., диффузионная батарея, состоящая из 14 диффузоров по 500 ведер емкости каждый, с 14 калоризаторами по 14 кв. метр. поверхности нагрева в латунных трубках каждый, т. е. диффузионная батарея суточной производительности 4500 берк. свеклы в сутки, стояла в довоенное время с арматурой 25000 зол. руб.

Во-вторых, благодаря своим значительным размерам, чтобы не сказать громоздкости, диффузия требует солидной установки и занимает значительную площадь заводского здания и притом обязательно в двух этажах.

В-третьих, диффузия не действует непрерывно и автоматически, что обуславливает необходимость применения значительного числа рабочих рук и требует умелого руководства работой и внимательного надзора за ней.

В-четвертых, для диффузии необходимо большое количество воды, а именно более 200% по весу свеклы, что при ограниченных запасах воды в водоемах вызывает большие затруднения.

В-пятых, на диффузии получается, так наз., диффузионный сок в количестве обычно 110% по весу свеклы, между тем, как в свекле количество сока не превышает 95% по весу ее, т. е. в данном случае происходит явное расжижение сока, находящегося в свекле, водою, что, конечно, влечет за собою излишний расход топлива на выпаривание ее.

В-шестых, на диффузии получается сок (диффузионный) при условиях, благоприятных переходу в него из свеклы одновременно сахара и сахара, и притом такого, который находился в свекле в нерастворенном виде.

В-седьмых, на диффузии получают отбросы: жом и диффузионная вода. Жом получается около 100% по весу свеклы, состав которого находится в некоторой зависимости от качества перерабатываемой свеклы и от условий работы на диффузии; но в общем колебания состава его незначительны. Напр., по данным анализа Andriik'a (114), состав жома был таков:

Воды . . . . .	= 92,80%
Сух. вещ. . . . .	= 7,20%
Сахара . . . . .	= 0,22%
Золы . . . . .	= 0,28%
Общего N . . . . .	= 0,108%
Белков. N . . . . .	= 0,100%

На основании вышеприведенных данных возможно прийти к заключению:

Жома получается весьма большое количество, что вызывает значительные затраты на устройство, эксплуатацию и ремонт сооружений для транспортирования и хранения его. Жом содержит очень много воды и очень мало сухих веществ, вследствие чего является малоценным товаром, исключаящим возможность транспортирования его на значительные расстояния. Жом представляет собою кормовое средство низких питательных достоинств, благодаря малому содержанию в нем сахара, белков и др. питательных веществ. Жом при сравнительно продолжительном хранении очень быстро портится, при чем сахар подвергается кислому брожению, а белки гнилостному брожению, что сопровождается потерей в весе жома, уменьшением его питательных достоинств, образованием, так наз., жомовой воды, которая, будучи заражена самыми разнообразными микроорганизмами, должна быть подвергнута тщательной предварительной очистке прежде, чем быть спущенной в водохранилища.

Диффузионной воды получается около 120% по весу свеклы, а вместе с водою из жомового шнека до 150% по весу свеклы, состав которой находится в некоторой зависимости от качества перерабатываемой свеклы и от условий работы на диффузии: но в общем колебания в составе ее незначительны. Напр., по данным анализа вышеуказанного исследователя, состав диффузионной воды был таков:

Воды . . . . .	= 99,837%
Сух. вещ. . . . .	= 0,163%
Сахара . . . . .	= 0,080%
Золы . . . . .	= 0,022%
Общего N . . . . .	= 0,0023%
Белков. N . . . . .	= 0,0014%

На основании вышеприведенных данных возможно прийти к заключению:

Диффузионной воды получается весьма большое количество, что вызывает значительные затраты на устройство, эксплуатацию и ремонт для отвода ее из завода. Диффузионная вода по своему химическому составу представляет собою благоприятную питательную среду для многих микроорганизмов, которые обуславливают гниение ее, а потому эта вода прежде, чем быть спущенной в общественные водоемы, должна быть подвергнута тщательной очистке тем или другим способом, причем для биологического способа очистки приходится иметь достаточных размеров и надлежащих свойств почву поля орошения, а равно требуются значительные затраты на устройство, эксплуатацию и ремонт пригационных сооружений на этом поле.

Выше были указаны основные требования предъявляемые к успешному выполнению диффузионного способа извлечения сахара из свеклы, а именно плотность диффузионного сока должна быть наибольшая, доброкачественность этого сока должна быть наивысшая, потери сахара в жоме и в диффузионной воде должны быть наименьшие. Для выполнения этих требований приходится, в зависимости от качества перерабатываемой свеклы, которое в течение производства не остается одинаковым, изменять толщину свекловичной стружки, температуру нагрева сока в калоризаторах, величину откачки диффузионного сока и т. и.; кроме того, необходимо своевременно замечать и устранять ненормальности в работе, напр., несколько диффузоров было нагружено свекловичной стружкой плохого качества (с „мязгой“), или свекловичная стружка в нескольких диффузорах, бли-

жайших к тому, на который идет вода, была перегрета и т. п. Особые затруднения встречаются на диффузии при переработке ненормальной свеклы (мерзлой, гнилой), когда увеличиваются потери сахара, увеличивается откачка диффузионного сока, уменьшается производительность диффузионной батареи.

§ 150. На основании всего изложенного становятся понятными стремления сахаротехников устранить те или иные недостатки, присущие современному способу извлечения сахара из свеклы.

Выше были описаны способы работы, которые позволяют избежать некоторых из указанных существенных недостатков, присущих диффузионному способу извлечения сахара из свеклы. Напр., применяя скатый воздух для опоражнивания диффузоров, возвращая обратно в диффузионную батарею диффузионную и прессовую воды, тем самым сокращают расход чистой воды, устраняют получение сточных вод; в случае отжатия жома прессами и высушивания его в сушильных аппаратах получают весьма ценное кормовое средство, способное сохраняться долгое время без порчи и которое возможно транспортировать на значительные расстояния.

§ 151. В целях устранения некоторых недостатков, присущих современному диффузионному способу извлечения сахара из свеклы, был предложен ряд изменений как в отношении выполнения его, так и оборудования его.

Напр., обычно набор диффузора, нагруженного свекловичной стружкой, соком из предыдущего диффузора производится снизу вверх, а откачка сока из диффузора на мерник производится сверху вниз. Это нельзя признать рациональным потому, что при откачке сока на мерник в последний сначала поступает сок, находившийся в калоризаторе, а затем сок, находившийся внизу диффузора; но откачивается меньший объем сока, чем объем, заключавшийся в диффузоре в калоризаторе и в трубопроводе, и в результате в мерник поступает сок меньшей концентрации, потому что сок, содержавшийся в калоризаторе, не приходит в соприкосновение с свежей свекловичной стружкой, сок, находившийся внизу диффузора, был в соприкосновении с свежей свекловичной стружкой очень непродолжительное время. В доказательство правильности вышеизложенного уместно привести результаты анализов (см. табл. CXI) проб диффузионного сока, отобранных из одного и того же диффузора в момент начала, середины и конца откачки сока на мерник, и произведенных Kaiserom (115).

Таблица CXI.

	Бр.	Сах.	Добр.
Начало откачки . . . . .	13,5	11,87	89,3
Середина „ . . . . .	15,2	13,69	89,9
Конец „ . . . . .	14,3	12,97	90,5

Для устранения этого недостатка предлагалось производить набор и откачку сока, не изменяя направления его в диффузоре, т. е. снизу вверх, причем циркуляция сока в остальных диффузорах должна происходить в обратном порядке, т. е. воду пускают вниз диффузора, и сок из диффузора переходит снизу вверх. Для осуществления вышеозначенного предложения надлежит воспользоваться соковой коммуникацией, как водяной, а водяной, как соковой, т. е.

первую соединить с водяным насосом, а вторую с мерником для сока.

Такая „обратная“ циркуляция сока в диффузионной батарее была патентована в 80-х годах пр. ст. Hallet'ом во Франции. Высказывается мнение, что при поступлении сока вниз диффузора, заключающаяся в последнем свекловичная стружка не слеживается, сок проходит равномерно через всю толщину этой стружки, газы вытесняются из диффузора сплошь. В итоге должна была получиться быстрая и правильная циркуляция сока в диффузионной батарее, в результате чего будет большая производительность диффузионной батареи и меньше потери сахара в жоме и в диффузионной воде, причем при разгрузке диффузора вода, стекающая из калоризатора, будет совершенно чистой, т. е. не содержащая сахара.

Конечно, при осуществлении этого способа работы на диффузии необходимо снабжать диффузор в верхней конической части его конусным и плоским ситами, сделанными из листового дырчатого железа, так как в противном случае вместе с соком будет увлекаться свекловичная стружка, которая, накапливаясь между стенками и ситом нижнего конуса диффузора, будет препятствовать циркуляции сока в диффузионной батарее.

Кроме того, для промывки диффузоров после опораживания их, в данном случае придется пользоваться резиновым рукавом, находящимся в соединении с водной коммуникацией.

**§ 152.** Как известно, содержимое свекловичных клеток, т. е. сок, заключено в особую плазматическую оболочку, которая является непроницаемой для веществ, находящихся в растворенном виде в соке, а потому, для успешного выполнения диффузионного способа извлечения сахара из свеклы, необходимо создать такие условия, при которых стало бы возможно проникновение через стенки свекловичных клеток веществ, растворенных в соке, что является осуществимым путем нагрева свекловичной стружки до такой температуры, при которой означенная плазматическая оболочка претерпевает глубокие изменения и становится проницаемой для веществ, растворенных в соке. Опытами установлено, что при нагреве свекловичной стружки выше 60°C, возможно „умертвить“ протоплазму, находящуюся в свекловичных клетках, благодаря чему вещества, растворенные в соке, смогут диффундировать через стенки свекловичных клеток в воду, окружающую в диффузорах свекловичную стружку.

При обычном способе нагрева сока в калоризаторах температура содержимого того диффузора, в котором на холодную загруженную свекловичную стружку поступает нагретый сок из предыдущего диффузора, устанавливается, как арифметическая средняя, температура стружки и сока, так как они заключаются в диффузоре почти в равных весовых количествах и обладают почти одинаковыми теплоемкостями. Напр., если температура свекловичной стружки, загружаемой в диффузор, будет 5°C, а температура сока, поступающего в этот диффузор из предыдущего, будет 50°C, то содержимое

диффузора (стружка и сок) будет  $\frac{50 + 5}{2} = 27,5^\circ\text{C}$ ; но так как в

действительности количество диффузионного сока получается не 100%, а 110% по весу свеклы, то температура содержимого означенного диффузора будет несколько выше указанной, а именно около 30°C.

Обычно распределение температуры сока в калоризаторах диффузионной батареи будет таково (см. табл. CXII):

Таблица CXII.

Диффузоры	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура °C	45	65	75	75	75	78	78	78	75	65	50	30
	вода											
	сок											

При таких условиях только в третьем диффузоре температура сока и свекольной стружки превышает 60°C, когда протоплазма содержимого свекольных клеток „убивается“ спозна, а вместе с этим происходит диффузия, или более правильно—осмос сахара и несахаров. В первом диффузоре происходит преимущественно выщелачивание сахара и несахаров из разрезанных свекольных клеток, и в результате чего количество сахара, извлеченное из свекольной стружки в первом диффузоре, получается весьма незначительное по сравнению с таковым в последующих диффузорах. Напр., Dostal (116) отбирал пробы сока из разных диффузоров и производил анализ их, причем, на основании данных этих анализов, вычислил количество сахара, перешедшее из свеклы в сок в каждом диффузоре; результаты получились таковы (см. табл. CXIII):

Таблица CXIII.

Диффузор	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
Сахара извлечено %	2,2	3,0	3,2	4,0	5,1	5,9	6,7	9,7	9,9	12,0	14,0	20,6	2,4

Отсюда становится понятным стремление создать в диффузионной батарее такие условия, при которых свекольная стружка уже в первом диффузоре могла быть настолько нагрета, чтобы протоплазма, находящаяся внутри свекольных клеток, могла быть „умерщвлена“, а вместе с этим получалась бы возможность для диффундирования через стенки свекольных клеток сахара. В результате такого способа работы на диффузии, несомненно, получились бы благоприятные результаты в отношении более полного и быстрого обессахаривания свекольной стружки при отсутствии каких-либо неопределенных потерь сахара за счет жизнедеятельности микроорганизмов. Вот почему было предложено изменить обычный способ работы на диффузии, применяя, так наз., „горячую“ диффузию, которая была патентована в начале 70-х годов пр. ст. Bergreen'ом (117).

§ 153. Еще в конце 90-х годов пр. ст. Garez (118) предложил свой способ горячей диффузии, который состоял в следующем.

Под дно свеколорезки пускают струю пара с тем, чтобы нагреть свекольную стружку до 50°C, прежде чем она поступит в диффузор; набор диффузора с нагруженной свекольной стружкой производится соком из предыдущего диффузора, который предварительно был нагрет до 100°C при посредстве инжекторов. При таком „обваривании“ свекольной стружки она нагревается до температуры выше 70°C, в результате чего создаются благоприятные условия для диффундирования сахара уже в первом диффузоре, а вместе с этим представляется возможным, посредством нагрева сока в кало-

ризаторах, поддерживать сравнительно высокую температуру содержимого и в остальных диффузорах. Vivien (119) производил исследования этого способа работы на диффузии в одном из бельгийских сахарных заводов, при чем получил такие результаты (см. табл. CXIV):

Таблица CXIV.

Свекла	Нормальный сок			Д и ф ф у з и о н н ы й с о к					
	Бр.	Сах.	Добр.	Обычный способ			Способ Garez'a		
				Бр.	Сах.	Добр.	Бр.	Сах.	Добр.
14,2	19,35	16,18	83,8	13,4	11,20	83,7	13,5	11,38	84,6

Потери сахара в жоме были таковы:

при обычном способе — 0,47% по весу свеклы

„ способе Garez'a — 0,31% „ „

Что касается температуры сока в калоризаторах, то она была такова (см. табл. CXV):

Таблица CXV.

Диффузор	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Температура °C	85	85	83	82	81	80	80	75	70	66	55
	сок										вода

В результате своих наблюдений названный исследователь приходит к выводу, что при способе „горячей“ диффузии получается сок большей концентрации и высшей доброкачественности, а потери сахара в жоме уменьшаются, причем последний содержит больше белковых веществ, как то и подтверждается результатами анализа проб пресованного жома, а, именно, содержание белковых веществ было:

при обычном способе — 0,99%<sub>0</sub>

при способе Garez'a — 1,06%<sub>0</sub>

Что касается опасности нагрева диффузионного сока, обладающего кислой реакцией, до 100°C, а вместе с этим риска подвергнуть сахар инверсии, то при быстром нагреве сока никакой инверсии в нем не замечалось, как то подтверждается результатами анализа проб диффузионного сока, а, именно, содержание инвертного сахара было:

при обычном способе — 0,091%<sub>0</sub>

при способе Garez'a — 0,089%<sub>0</sub>

Способ Garez'a является первой попыткой осуществления „горячей“ диффузии и, как таковой, он не лишен некоторых существенных недостатков. Напр., нагрев свекловичной стружки в свеклорезке, нагрев диффузионного сока инжекторами.

§ 154. В 900-х годах тек. ст. Kaiser (120) в Германии и Rousseau (121) во Франции предложили свой способ „горячей“ диффузии, который отличается от вышеописанного способа „горячей“ диффузии Garez'a главным образом тем, что свекловичная стружка нагревается паром в самом диффузоре, применяя для этого соковой пар из тре-

льего корпуса пятикорпусной выпарки, т. е. имеющий температуру около 95°C. Впуск пара производился, при посредстве особой коммуникации, вниз диффузоров, а верх последних, при посредстве также особой коммуникации, соединялся с конденсатором, причем на общей трубе, идущей от диффузионной батареи к конденсатору, устанавливалась ловушка для сока. По данным Kaiser'a (122) на некоторых немецких сахарных заводах был применен этот способ работы на диффузии, причем на одном из них, перерабатывавшем 2000 берк. свеклы в сутки, была установлена диффузионная батарея, состоящая из 12 диффузоров, вмещавших 150 пуд. свекловичной стружки каждый, причем под давлением находилось не более 8 диффузоров; откачка диффузионного сока была 125% по весу свеклы; нагрев сока в калоризаторах при 4-х диффузорах производился до 80°C. Работа на диффузии совершалась с возвратом обратно в нее сточных вод и с добавлением чистой, причем содержание сахара было в диффузионной воде 0,20%, в прессовой воде 0,30%, а в отпрессованном (до 11% сух. вещ.) жоме 0,46%; прессованного жома получалось 60% по весу свеклы, и прессовой воды получалось 40% по весу свеклы, из которых 15% возвращалось обратно, а 25% вынуждалось из завода. Потери сахара были: в жоме 0,46%, в прессовой воде 0,30%, в диффузионной воде 0,20%. Таким образом, потери сахара в отбросах были:  $0,6 \times 0,46 + 0,25 \times 0,30 = 0,35\%$  по весу свеклы.

Соковый пар, применявшийся для нагрева свекловичной стружки в диффузорах, был из второго корпуса четырехкорпусной выпарки, имел температуру 90°—93°C при вакууме 15—20 сант. В диффузорах, куда поступал соковый пар, был вакуум 60 сант. Температура свекловичной стружки, нагреваемой соковым паром в диффузорах, была около 75°C. В результате при таком способе работы на диффузии, т. е. с „ошпариванием“ свекловичной стружки, обессахаривание последней происходит более полно и быстро.

Насколько успешно происходит процесс диффузии при таком способе работы, видно из нижеприведенных данных анализов проб диффузионного сока, отобранных из всех диффузоров (см. табл. CXVI), находящихся в действии:

Таблица CXVI.

№ диффузора.	Обыкновен. способ.		Способ „ошпаривания“.					
	Сах. %	Извлечено сах. %	Сах. %	Извлечено сах. %	Сах. %	Извлечено сах. %	Сах. %	Извлечено сах. %
VIII-й	0,48	—	—	—	—	—	—	—
VII-й	0,79	2,4	0,46	—	0,37	—	0,57	—
VI-й	1,27	3,7	0,79	2,6	0,79	3,4	1,04	3,6
V-й	2,15	6,7	1,70	7,1	1,42	5,3	1,70	5,2
IV-й	3,59	11,2	3,09	10,8	2,57	9,5	2,88	9,2
III-й	5,96	18,3	5,23	16,8	4,37	14,9	4,55	13,1
II-й	10,25	33,0	8,48	25,4	7,38	25,0	7,33	21,8
I-й	12,97	21,0	12,80	33,7	12,06	38,8	12,77	42,6

Итак, при обыкновенном способе работы в первом диффузоре извлекается около 20% сахара по весу свеклы, а при описанном

способе около 40%, и в первых трех диффузорах извлекается в первом случае около 70% сахара по весу сахара в свекле, а во втором случае около 80%.

Для суждения о ходе процесса диффузии в отдельных диффузорах батареи при обычном и описанном способе диффузии, уместно привести результаты анализов проб сока, отобранных из всех диффузоров при том и другом способе работы (см. табл. CXVII):

Таблица CXVII.

№ диффузора.	Период взятия пробы.	Обыкновенная диффузия.			Диффузия с опшариванием.		
		Бр.	Сах.	Добр.	Бр.	Сах.	Добр.
I	Нач.	13,29	11,37	89,3	13,50	12,09	89,5
	Сред.	15,23	13,69	89,9	15,77	14,15	89,7
	Кон.	14,30	12,97	90,5	14,07	12,77	90,8
II	Нач.	13,59	12,06	88,7	11,11	9,72	87,5
	Кон.	11,62	10,25	88,2	8,27	7,33	88,6
III	Нач.	8,77	7,81	89,0	7,00	6,01	85,8
	Кон.	6,70	5,96	88,9	5,30	4,55	85,8
IV	Нач.	5,33	4,66	87,4	4,18	3,55	84,9
	Кон.	4,38	3,59	82,0	3,28	2,88	85,2
V	Нач.	3,59	2,96	82,7	3,04	2,32	76,3
	Кон.	2,53	2,15	83,3	2,41	1,70	70,5
VI	Нач.	2,08	1,70	81,7	2,26	1,42	62,8
	Кон.	2,12	1,27	59,9	1,46	1,04	71,2
VII	Нач.	1,52	1,02	67,1	1,36	0,85	62,5
	Кон.	1,22	0,79	64,7	1,06	0,57	53,8
VIII	Нач.	1,01	0,68	67,3	—	—	—
	Кон.	0,91	0,48	52,7	—	—	—

При этом способе диффузии, несомненно, белковые вещества, содержащиеся в свекловичном соке и способные при нагреве свертываться, остаются целиком в жоме, а потому последний будет обладать лучшими питательными свойствами, чем таковой, получаемый при обычном способе диффузии, как это и подтверждается нижеследующими результатами анализов проб жома, полученного при том и другом способе (см. табл. CXVIII):

Таблица CXVIII.

Составные части.	Обыкновенная диффузия.	Диффузия с опшариванием.
Белковых веществ . . . . .	8,63	9,84
Жира . . . . .	0,91	0,82
Безазотистых экстракт. веществ . . . . .	62,73	61,88
Клетчатка . . . . .	21,82	21,33
Зола . . . . .	5,91	6,15

Примечание. Жом, получаемый при описанном способе диффузии, отжимается прессами более легко, чем жом, получаемый при обычном способе диффузии.

Как на существенный недостаток описанного способа диффузии, следует указать, что при нагревании свекловичной стружки в диффузоре непосредственно паром, последний конденсируется и тем самым разбавляет получаемый диффузионный сок. Действительно, если предположить, что свекловичная стружка нагревается от 5°C до 75°C, то, при теплоемкости ее 0,8 калор., на 100 килогр. стружки

необходимо затратить тепла  $100 \times 0,8 \times 70 = 5600$  калор., и для этого потребуется пара, имеющего температуру  $95^{\circ}\text{C}$  и конденсирующегося в воду (в среднем)  $60^{\circ}\text{C}$ :

$$\frac{5600}{606,5 + 0,305 \times 95 - 60} = 10 \text{ килогр.}$$

Что касается расхода пара на диффузию при этом способе работы, то он будет больше, чем таковой при обычном способе, но откачиваемый диффузионный сок будет в данном случае более нагрет, а потому потребуется меньший расход пара при нагреве его в решоферах перед дефекацией, и в конечном результате расход пара при том и другом способе диффузии будет почти одинаков.

**§ 155.** В 1900 году Naudet патентовал во Франции, а Melichar и Cerny применяли в Чехии способ горячей диффузии, отличительная способность которого заключается в том, что после наполнения диффузора с загруженной стружкой соком, последний насосом забирается снизу диффузора, прогоняется через решофер и возвращается вверх диффузора; после нескольких таких круговоротов сока, содержимое диффузора нагревается до  $80^{\circ}$ — $85^{\circ}\text{C}$ .

Диффузионная батарея, кроме обычной коммуникации, снабжается дополнительной, а именно: каждый диффузор внизу посредством патрубка с вентилем соединяется с одной общей трубой, идущей на насос, а с него на решофер, и каждый диффузор сверху посредством патрубка с вентилем соединяется с другой общей трубой, идущей с решофера.

Предположим, что диффузионная батарея состоит из 14 диффузоров, из которых 12 будут в работе, а 1 разгружается и 1 нагружается. Диффузор X, нагруженный свекловичной стружкой, набирается соком из IX диффузора, после чего он выключается из батареи и соединяется с насосом, посредством которого сок из этого диффузора перекачивается через решофер. Сок из диффузора IX откачивается на мерник, а затем соком из него же набирается диффузор XI с нагруженной свекловичной стружкой, минуя исключенный диффузор X. Время, в течение которого из диффузора IX сок откачивается, а диффузор XI набирается соком, используется для циркуляции сока из диффузора X через решофер, причем содержимое диффузора X должно успеть нагреться до  $85^{\circ}\text{C}$ . Включают диффузор X в батарею, откачивают из него сок на мерник и набирают соком из него же нагруженный диффузор XII. В то же время диффузор XI выключают из батареи и соединяют с насосом и решофером, при чем содержимое этого диффузора нагревается до  $85^{\circ}\text{C}$ . Температура в последующих диффузорах будет постепенно падать с  $80^{\circ}\text{C}$  до температуры воды, накачиваемой в первый диффузор, причем эта температура сока оказывается настолько повышенной в большинстве диффузоров, что является излишним подогревание сока в калоризаторах, а вместе с этим установка последних.

Для успешного выполнения этого способа работы необходимо иметь насос такой производительности и решофер таких размеров поверхности нагрева, чтобы содержимое диффузора, через который циркулирует сок, успевало бы в течение времени откачки и набора соответствующего диффузора нагреться до  $85^{\circ}\text{C}$ . Обычно это время колеблется около 5 минут, в течение которого насос должен перекачать тройной объем сока, заключающегося в диффузоре, а решофер нагреть содержимое последнего до  $85^{\circ}\text{C}$ . Предположим, что объем диффузора будет 60 гектолитров, а потому содержание в нем сока будет

около 30 гектолитров; значит, насос в течение 5 минут должен перекачивать около 100 гектолитров сока.

§ 156. Что касается расхода пара в решофере и размеров поверхности нагрева решофера, то таковые возможно высчитать.

Напр., если температура загружаемой свекловичной стружки будет 5°C, температура накачиваемой воды 40°C, температура откачиваемого сока 80°C, температура выгружаемого жома и воды 50°C, и, если на 100 килогр. свеклы будет получаться 110 килогр. диффузионного сока, 100 килогр. жома и 120 килогр. диффузионной воды и будет расходоваться на диффузии 220 килогр. воды, то баланс тепла на диффузии будет:

Приход тепла.

свекловичная стружка . . .	$100 \times 0,8 \times 5 = 400$	калор.
вода . . . . .	$220 \times 1 \times 40 = 8800$	"
Итого . . . . .		9200 калор.

Расход тепла.

диффузионный сок . . . . .	$110 \times 0,9 \times 80 = 7920$	калор.
жом . . . . .	$100 \times 1 \times 50 = 5000$	"
диффузионная вода . . . . .	$120 \times 1 \times 50 = 6000$	"
Итого . . . . .		18920 калор.

Таким образом, для нагрева сока в решофере требуется на 100 килогр. свеклы тепла:  $18920 - 9200 = 9720$  калор. и с потерями тепла на лучеиспускание около 10.000 калор. Если решофер будет нагреваться соковым паром из третьего корпуса пилгоррусной выпарки, который имеет температуру 95°C, то расход пара на 100 килогр. свеклы будет:

$$\frac{10000}{606,5 + 0,305 \times 95 - 60} = 17,5 \text{ килогр.}$$

При наполнении диффузора, загруженного свекловичной стружкой, нагретым соком из решофера, содержимое диффузора, т. е. стружка и сок, будут иметь температуру около 45°C, так как загружаемая стружка имеет температуру около 5°C, а нагретый сок из решофера около 85°C, причем в диффузоре помещается стружки и сока почти равные количества.

Размер поверхности нагрева решофера, потребного на 100 килогр. свеклы в 1 м., может быть определен, если будет известна величина коэффициента передачи тепла этой поверхности нагрева, и каковой возможно принять при расчете не менее 10, так как по опытным данным Melichar'a (123) он был около 25. Таким образом, поверхность нагрева означенного решофера в данном случае будет:

$$5 \times \left[ \frac{95 - 85 + 45}{2} \right] \times 10 = 6,7 \text{ кв. метр.}$$

Значит, на сахарном заводе, перерабатывающем в сутки 4000 берк. свеклы, необходимо установить решофер, имеющий поверхность нагрева, равную  $\frac{6,7 \times 550}{100} = 36,85$  кв. метр., или 40 кв. метр.

§ 157. Для выяснения достоинств „горячей“ диффузии перед обычной диффузией Dostal (124) произвел сравнительные опыты на одном из чешских сахарных заводов.

Для опытов „горячей“ диффузии служила диффузионная батарея, состоящая из 14 диффузоров по 60 гектолитров (около 500 ведер) емкости каждый; нагрузка свекловичной стружкой диффузора была 3060 килогр. (180 пуд). Сок из соответствующего диффузора откачивался насосом и направлялся в решофер, где он нагревался до 90°—92°С соковым паром 102°—103°С, после чего накачивался в диффузор с загруженной свекловичной стружкой, которую он омывал дважды, причем содержимое диффузора нагревалось до 84°—85°С. Калоризаторы при диффузионной батарее отсутствовали, а потому сок нагревался только в означенном решофере. Для опытов обычной диффузии служила диффузионная батарея, состоящая из 16-ти диффузоров по 40 гектолитров (325 ведер) емкости каждый, нагрузка диффузора свекловичной стружкой была 2050 килогр. (около 125 пуд.).

Результаты анализов проб нормального сока, диффузионного сока и сока из разных диффузоров, отобранных при том и другом способе работы, были таковы (см. табл. СХІХ):

Таблица СХІХ.

„Горячая“ диффузия.

Свекла: Сах. = 17,1%

Нормальный сок:

Брикс = 21,4  
Сахар. = 18,85  
Добр. = 88,1

Диффузионный сок:

Брикс = 17,1  
Сахар. = 15,6  
Добр. = 91,2

Откачка диффузионного сока = 107%

Потери сахара в жоме = 0,17—0,21%

Таблица СХХ.

№ диффузора.	Брикс.	Сах.	Добр.	Температура °С.	Извлечено сахара %.
1	нагружается свеклою				
2	разгружается				
3	наполняется водою				
4	0,32	0,10	31,2	40	2,0
5	0,56	0,44	51,0	50	2,1
6	1,40	0,79	56,7	53	2,5
7	1,90	1,21	63,7	68	2,9
8	2,40	1,69	69,7	72	4,3
9	3,20	2,40	73,8	74	5,4
10	4,38	3,29	74,9	76	7,2
11	5,80	4,45	76,0	75	10,4
12	7,70	6,13	79,5	75	22,4
13	11,10	9,67	86,8	77	32,3
14	16,56	14,62	88,4	84	6,5

Обыкновенная диффузия:

Свекла: Сах. = 16,7%

Нормальный сок:

Брике = 20,4  
Сахар. = 18,18  
Добр. = 88,6

Диффузионный сок:

Брике = 16,3  
Сахар. = 14,6  
Добр. = 89,4

Откачка диффузионного сока 112%<sub>0</sub>  
Потери сахара в жоме = 0,25 — 0,39

Таблица СХХI.

№ диффузора.	Брике.	Сах.	Добр.	Температура °С.	Извлечено сахара %.
1		нагружается свеклой.			
2		разгружается.			
3		наполняется водой.			
4	0,6	0,125	20,8	30	2,2
5	0,7	0,37	52,8	32	3,0
6	1,2	0,85	70,8	35	3,2
7	1,9	1,35	71,0	40	4,0
8	2,8	1,98	70,7	42	5,1
9	3,6	2,77	77,0	48	5,9
10	4,7	3,68	78,3	52	6,1
11	5,7	4,61	80,9	56	9,7
12	7,1	6,07	85,6	67	9,9
13	8,9	7,45	83,7	75	12,0
14	10,9	9,31	85,4	77	14,0
15	12,75	11,35	89,0	71	20,6
16	15,9	14,25	89,5	58	2,4

Если сравнить эффект горячей и обыкновенной диффузии, то в первом случае будет извлечено сахара из свеклы  $\frac{15,6 \times 100}{17,1} = 91,2\%$  по весу сахара в ней, и во втором случае будет извлечено сахара из свеклы  $\frac{14,6 \times 100}{16,7} = 87,4\%$  по весу сахара в ней.

Эффект диффузии в каждом диффузоре вычислялся следующим образом. Если нагрузка диффузора № 14 свекловичной стружкой была 3060 килогр., то, при содержании в ней 17,1% сахара, в этот диффузор было введено сахара  $\frac{3060 \times 17,1}{100} = 523,2$  килогр. Если откачка диффузионного сока из диффузора № 14 была 3090 килогр., то, при содержании в нем 15,6% сахара и при уд. весе его 1,07, в откачке диффузионного сока содержалось сахара  $\frac{3090 \times 1,07 \times 15,6}{100} = 515,7$  килограмм. До откачки этот же сок содержал сахара  $\frac{3090 \times 1,067 \times 14,62}{100} = 481,7$  килогр. Значит, из свекловичной стружки,

загруженной в диффузор № 14, при откачке из него сока, извлекается сахара  $515,7 - 481,7 = 34$  килогр., или  $\frac{34 \times 100}{523,2} = 6,5\%$  по весу сахара.

Точно также высчитывается эффект диффузии в диффузоре № 13: до откачки в соке было сахара 481,7 килогр., после откачки  $\frac{3090 \times 1,046 \times 9,67}{100} = 312,8$  килогр.; извлечено сахара:  $481,7 - 312,8 = 168,9$  килогр., или  $\frac{168,9 \times 100}{523,2} = 32,3\%$  по весу сахара.

Из этих данных видно, что при „горячей“ диффузии в первых четырех диффузорах было извлечено из свеклы сахара:  $6,5 + 32,3 + 22,4 + 10,4 = 71,6\%$  по весу сахара в свекле, а между тем, как при обыкновенной диффузии в том же числе диффузоров было извлечено из свеклы сахара:  $2,4 + 20,6 + 14,0 + 12,0 = 49,0\%$  по весу сахара в свекле.

Этот эффект объясняется тем, что при горячей диффузии загруженная свекловичная стружка, благодаря ошариванию горячим соком, претерпевает такое изменение, при котором процесс диффузии через стенки свекловичных клеток становится более благоприятным. В результате, „горячая“ диффузия обуславливает более быстрое и полное обессахаривание свекловичной стружки, что сопровождается получением более концентрированного диффузионного сока и меньшими потерями сахара в жоме и в диффузионной воде.

Andrlík (125) произвел на одном чешском сахарном заводе сравнительные опыты „горячей“ и обыкновенной диффузии, причем получили такие результаты (см. табл. СХХII):

Диффузионная батарея состояла из 15 диффузоров по 40 гектолитров емкости каждый. В сутки нагружались 266 диффузоров. Откачка диффузионного сока была  $117,3\%$  по весу свеклы при обычной диффузии и  $113,1\%$  по весу свеклы при горячей диффузии.

Таблица СХХII.

	Свекла.	Жом.	Диффуз. сок.	Диффуз. вода.	Перешло в %		Осталось в % в жоме.
					В диф. сок.	В диф. воду.	
Г о р я ч а я д и ф ф у з и я .							
Сухих веществ . . . . .	23,36	7,44	14,65	0,15	70,8	0,6	28,7
Сахара . . . . .	15,88	0,38	13,15	0,08	97,1	0,7	2,1
Золы . . . . .	0,919	0,419	0,330	0,023	40,8	3,3	41,3
Общего N. . . . .	0,210	0,104	0,095	0,002	53,0	1,2	44,6
Белкового N. . . . .	0,110	0,098	0,014	0,0018	16,4	1,6	80,0
Инвертн. сахара	0,156	—	0,132	—	—	—	—
О б ы к н о в е н н а я д и ф ф у з и я .							
Сухих веществ . . . . .	24,40	6,58	16,10	0,17	74,6	0,9	25,6
Сахара . . . . .	16,80	0,30	14,50	0,08	97,6	0,6	1,6
Золы . . . . .	0,813	0,345	0,350	0,023	48,7	3,6	38,2
Общего N. . . . .	0,199	0,100	0,091	0,002	51,7	—	47,7
Белкового N. . . . .	0,107	0,096	0,012	—	15,2	—	83,9
Инвертн. сахара	0,160	—	0,139	—	98,0	—	—

На основании этих данных приходим к заключению, что в случае „горячей“ диффузии, получаемый диффузионный сок по своему составу будет мало различаться от такового, получаемого при обычной диффузии. Таким образом, „горячая“ диффузия имеет преимущества



Расход силы на приведение в движение мешательного аппарата, насосов, прессов для жома составлял на 3000 берк. свеклы в сутки около 150 л. с.

Что касается жома, то он имел состав (см. табл. СХХIV):

Таблица СХХIV.

	Сырой.	Сушеный.
Воды . . . . .	67,9	—
Сухих веществ . . . . .	32,1	91,71
Сахара . . . . .	10,7	27,78
Золы . . . . .	1,28	3,69
Орг. веществ . . . . .	3,32	88,02
Сырого протеина . . . . .	2,80	8,48
Белков . . . . .	1,90	5,63
Жиры . . . . .	0,25	0,71
Клетчатки . . . . .	4,48	12,80
Экстракт. безазот. веществ . .	23,4	66,95

Этот способ мог иметь применение только там, где весьма дороги кормовые средства и очень дешев сахар, напр., в Германии, так как при нем получается потеря сахара в жоме около 3% по весу свеклы, т. е. извлекается 80% сахара по весу сахара в свекле.

**§ 159.** Позже Steffen комбинировал свой способ извлечения сахара из свеклы посредством опшаривания и прессования с диффузионным способом. По этому способу свекловичная стружка обваривается горячим соком и, по отделении последнего, прессуется прессом; полученный жом подвергается диффузии в диффузионной батарее. Смесь прессового и диффузионного сока частью расходуется на обваривание свекловичной стружки, а частью подвергается дефекации и сатурации.

Этот способ извлечения сахара из свеклы был введен на немецком сахарном заводе в Elsdorfe. Этот завод перерабатывал в сутки до 12000 центнеров свеклы.

Стружка из свеклорезки падала в железный желоб диаметром 0,35 метр. и длиной 12 метр., куда поступал сок, нагретый в решофере до 95°C; смесь сока с стружкой поступала по трубе в мешательный аппарат, который наполнялся соком из прессов для отжимания обваренной стружки, диффузионным соком и некоторым количеством премоев с фильтпрессов. Обваренная стружка подвергалась отжиманию прессами, после чего она посредством транспортера направлялась в диффузионную батарею; последняя состояла из 8 диффузоров по 46 гектолитров емкости каждый.

При таком способе извлечения сахара из свеклы процессу диффузии будет подвергаться около 30% по весу свеклы прессованной свекловичной стружки с содержанием около 15% сахара, благодаря чему, конечно, уменьшается расход воды на диффузию более, чем в три раза; уменьшается более, чем в три раза количество получаемых отбросов, т. е. жома и диффузионной воды; разумеется, при этом не исключается возможность возврата в диффузионную батарею воды, получаемой при прессовании жома, и диффузионной воды.

Стоимость оборудования этого способа извлечения сахара из свеклы на суточную переработку 4000 берк. свеклы в довоенное время составляла около 115.000 руб. зол. В это оборудование входили: об-

варочный аппарат, решофер 300 кв. метр. поверхности нагрева, прес-са для стружки и для жома, диффузионная батарея из 10 диффузоров по 650 ведер емкости каждый, насосы, шнеки, транспортеры, сборники.

Herzfeld (128) произвел опытное исследование этого способа извлечения сахара из свеклы на указанном сахарном заводе, причем получил такие результаты (см. табл. СХХV):

Таблица СХХV.

Свекла:	
Сахара . . . . .	16,00%
Сух. веществ . . . . .	23,09%
Прессовый сок:	
Брикс . . . . .	16,69
Сахара . . . . .	14,55%
Доброкач. . . . .	87,17
Кислотн. . . . .	0,023
Прессовая стружка:	
Сахара . . . . .	14,2%
Сух. веществ . . . . .	24,41%
Диффузионный сок:	
Брикс . . . . .	12,39
Сахара . . . . .	10,57%
Доброкач. . . . .	85,3
Кислотн. . . . .	0,025
Сок для дефекации:	
Брикс . . . . .	15,33
Сахара . . . . .	13,23%
Доброкач. . . . .	86,3
Кислотн. . . . .	0,026
Жом:	
Сахара . . . . .	0,33%
Сухих веществ . . . . .	7,76%
Диффузионная вода:	
Сахара . . . . .	0,15%
Кислотн. . . . .	0,0048
Прессованный жом:	
Сахара . . . . .	0,35%
Сухих веществ . . . . .	9,21%
Прессовая вода:	
Сахара . . . . .	0,17%
Кислотн. . . . .	0,0019

Если предположить, что количество непрессованного жома получалось 30% по весу свеклы, а диффузионной воды 40% по весу свеклы, то потери сахара в этих отбросах будут:  $\frac{0,33 \times 30}{100} + \frac{0,15 \times 40}{100} = 0,159\%$  по весу свеклы. Вот почему изобретатель рекламировал этот способ, как с „абсолютным“ обессахариванием свеклы.

§ 160. Вышеописанный способ извлечения сахара из свеклы Steffen'a следует рассматривать, как комбинированную диффузию

с прессованием, осуществляемую одновременно и прерывно. Но еще в 1879 году Largilliere во Франции получил патент на беспрерывно действующий аппарат для извлечения сахара из свеклы, который состоял из ряда примыкающих друг к другу цилиндрических железных сосудов, установленных наклонно, причем внутри каждого из них заключался шнек. Свекловичная стружка перемещалась посредством шнеков из одного сосуда в другой, а навстречу ей, переливаясь из одного сосуда в другой, текла вода, которая омывала стружку, а вместе с этим обессахаривала ее. Значит, в первый сосуд должна была поступать свекловичная стружка, а из последнего сосуда выбрасываться жом, при одновременном поступлении в последний сосуд чистой воды и при вытекании из первого сосуда сока. Для ускорения процесса обессахаривания свекловичной стружки, каждый сосуд снабжен был двойными стенками, в свободное пространство между которыми должен был впускаться пар. Таким образом, в этом аппарате должны были проходить непрерывно процессы диффузии и прессования, в результате которых должны были получаться из свеклы сок и жом, причем, устранялось получение сточной воды. В специальной литературе отсутствуют указания на практическое осуществление этого аппарата.

§ 161. Успешное разрешение на практике проблемы комбинирования процессов диффузии и прессования свекловичной стружки с целью извлечения из нее сахара принадлежит Nygoss'u и Rak'u, которые в 1901 году сконструировали опытную непрерывно действующую пресс-диффузию, а в 1906 году заводскую, которая работала в течение целого производства.

Основная мысль изобретателей была такова: производить высолаживание свекловичной стружки последовательно в отдельных сосудах, соединенных между собою, а в целях повышения эффекта высолаживания стружки—отпрессовывать последнюю в каждом сосуде и только после этого направлять ее в следующий сосуд. Таким образом, высолаживаемая стружка перемещается посредством шнека из одного сосуда в другой, причем в каждый данный сосуд поступает сок, полученный при отжимании стружки в последующем сосуде, и если в последний сосуд поступает чистая вода, то из первого сосуда уходит концентрированный сок; и если в первый сосуд загружается свекловичная стружка, то из последнего сосуда выгружается жом. В результате в такой пресс-диффузионной батарее возможно достигнуть обессахаривания свекловичной стружки до желаемого предела, получить концентрированный диффузионный сок, израсходовать относительно малое количество чистой воды, устранить получение сточной воды и иметь прессованный жом.

§ 162. Пресс-диффузия Nygoss-Rak'a была установлена в 1906 году впервые в чешском заводе Böhmisoh-Brod, управляемом Nygoss'o'm, причем она сначала состояла из 4-х сосудов (диффузоров), а затем из 6-ти, и наконец, из 8-ми. В 1910 году такая же пресс-диффузия была установлена на русском заводе в Капитановке, причем она состояла из 6-ти диффузоров. Эта пресс-диффузия, как показано на схематическом чертеже, состояла из 6-ти диффузоров, из которых каждый представляет собою усеченный конус с цилиндром, поставленных вертикально и соединенных между собою особыми камерами. Каждый диффузор имеет общую высоту около 8 метр, диаметр цилиндрической части около 1 метр., высоту ее около 1 метр., высоту конической части около 4 метр. и меньший диаметр ее около 0.5 метр.:

он состоит из наружного чугунного кожуха, внутрь которого заложено коническое медное сито с отверстиями диаметром 1 милл., под которыми подложено железное сито с квадратными отверстиями 12×12 милл. Кожух внутри проточен и имеет выступы, к которым сита привинчены медными шурупами с плоскими головками. Внутри каждого диффузора вращается шнек, посредством которого свекловичная стружка передвигается из данного диффузора в следующий, а в промежуток между кожухом и ситом в диффузор поступает сок, который переходит из одного диффузора в другой по особым соединительным трубам. В той части соединительной камеры, которая примыкает к конической части диффузора, при вращении шнека образуется из спрессованной стружки пробка, препятствующая проникновению сока в следующий диффузор; образование таких пробок в соединительных камерах диффузоров обуславливает возможность отделения сока, получающегося в каждом диффузоре, а вместе с этим отвода его из диффузора. Последний диффузор замыкается конусным гидравлическим загвором, посредством которого регулируется степень отжимания высоложенной стружки.

Свекловичная стружка загружается в первый диффузор, где она обваривается горячим соком, благодаря чему этот диффузор по своему устройству отличается несколько от остальных пяти диффузоров, совершенно тождественных между собою; в этом диффузоре внутреннее сито железное с отверстиями диаметром 3 милл., а пространство между кожухом и ситом разделено по высоте на три отдельных камеры, в которые поступает нагретый в решоферах сок. Сок, поступающий в верхнюю камеру, нагревается в решофере до 95°C, в среднюю и нижнюю—до 90°C. Горячий сок входит по одной трубе в верхний пояс каждой камеры, опшаривает передвигающуюся в диффузоре стружку и уходит по другой трубе через нижний пояс камеры, направляясь в особый сборник, откуда забарается насосом на решофер, а из него накачивается в верхний пояс той же камеры. Такая циркуляция сока происходит непрерывно, причем сок делает несколько оборотов, благодаря чему свекловичная стружка нагревается до температуры, при которой убивается плазматическая оболочка клеточного сока. Для нагрева сока служат решоферы быстроходные, причем один из них имел поверхность нагрева 30 кв. метр. и три по 25 кв. метр. Емкость первого диффузора, как имеющего большие поперечные размеры, была 215 ведер, а остальных по 150 ведер. Для промывки сит в диффузорах имеется отдельная система труб, причем вода поступает в каждом диффузоре в пространство между кожухом и ситом, проникает через отверстия последних и тем самым очищает их от мяжи. На верхних соединительных камерах установлены воздушные краны для воздуха и газов; на соединительных соковых трубах установлены термометры и манометры и пробные краны для отбирания проб сока; на соединительных камерах имеются люки для взятия проб стружки. Средняя суточная производительность такой пресс-диффузионной батареи составляла около 1500 берк. свеклы.

Для приведения в движение шнеков в диффузорах требуется расход 25—30 л. с. на одну диффузионную батарею, состоящую из 6 диффузоров указанных размеров, а вместе с насосом для воды и для сока это составит 50 лощ. сил. Место, занимаемое пресс-диффузией, было в длину 6 метр., ширину 2 метр. и высоту 8 метр.

Свекла изрезывалась на горизонтальной свеклорезке ножами, установленными для получения стружки 2—2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> милл.

§ 163. Ход работы на описанной пресс-диффузионной батарее был таков: стружка из резки поступает в горизонтальный короткий шнек, которым она подается вверх первого диффузора, поставленного цилиндрической частью кверху и конической книзу. Вращающимся внутри диффузора шнеком стружка передвигается сверху вниз диффузора и через соединительную камеру подается вниз следующего диффузора, причем особой лопастью, насаженной на конец шнека первого диффузора, стружка отбрасывается к середине соединительной камеры, где она захватывается другой лопастью, приводимой во вращение, благодаря скольжению по ней первой лопасти, и передается к шнеку второго диффузора; вращением этого шнека стружка движется снизу вверх диффузора, где при выходе из него в соединительную камеру стружка спрессовывается, образуя пробку, которая позволяет отделить самую концентрированную фракцию диффузионного сока, причем она откачивается на мерник. Точно также стружка перемещается из диффузора в диффузор в дальнейшем, пока не достигнет последнего шестого диффузора; в этом диффузоре, благодаря наличию конусового затвора, выделенная стружка посредством шнека окончательно отпрессовывается и выбрасывается из диффузора, скатываясь по наклонному железному желобу.

Стружка проходит через всю диффузионную батарею в 20—25 минут. На 1 ведро емкости батареи приходится 11,2 фунта стружки, заполняет в диффузорах каждый шаг винта в виде рыхлой, упругой массы, которая по мере приближения к последнему диффузору становится все плотнее. Сок движется в диффузионной батарее в общем навстречу стружке, но в каждом диффузоре сок движется в одном направлении со стружкой.

В соединительную камеру последнего диффузора насосом накачивается чистая вода и по возможности при высокой температуре, напр., 65°—75°С, под давлением 2—2,5 атмосферы. Так как этот диффузор с одного конца замкнут затвором и выходящим через кольцевую щель в нем прессуемым жомом, а в другом конце находится пробка, образовавшаяся из спрессованной стружки, то полученный сок под давлением переходит через отверстия в сите в трубу, направленную в соединительную камеру пятого диффузора, а так как последний внизу замкнут пробкой из стружки и соседний с ним четвертый диффузор замкнут такой же пробкой сверху, то сок проходит по трубам последовательно через четвертый и третий диффузоры. Из третьего диффузора сок поступает, минуя второй диффузор, прямо в первый диффузор сверху на загружаемую свекловичную стружку, где он проникает сквозь сита в нижнем поясе вышеозначенных камер этого диффузора, откуда по трубам стекает в сборники, а из них насосами сок перекачивается через решетоферы и после нагрева возвращается обратно в верхние пояса тех же камер, при чем стружка ошпаривается горячим соком. Из первого диффузора сок вместе со стружкой переходит во второй диффузор, из которого сок по трубе откачивается в мерник.

§ 164. Для суждения о ходе процесса извлечения сахара из свеклы в отдельных диффузорах, составляющих пресс-диффузионную батарею, Вишняков (129) отбирал одновременно пробы сока и жома из всех диффузоров, подвергал их анализу, при чем получил такие результаты (см. табл. СХХVI):

Таблица СХХVI.

№ диффу- зора	С о к	Ж о м
	°о сахара	% сахара
VI	1,95	1,2
V	3,31	3,2
IV	6,60	5,4
III	8,77	10,2
I	13,75	17,8
II	14,87	11,6

Такого же рода опытные исследования были произведены Herzfeld'ом (130) на одном немецком сахарном заводе, где была установлена пресс-диффузионная батарея, состоящая из 6-ти диффузоров, при чем он получил такие результаты (см. табл. СХХVII):

Таблица СХХVII.

№№ диф- фузора.	С о к.			Жом
	Вр.	Сах.	Добр.	% сах.
VI	1,82	1,04	57,1	0,8
V	3,1	2,32	74,8	3,6
IV	4,64	4,21	90,7	5,4
III	8,57	7,57	88,3	16,2
I	—	—	—	—
II	14,3	12,58	88,0	—

Для получения благоприятных результатов работы пресс-диффузионной батареи, необходимо, чтобы вода, поступающая в батарею, имела температуру не ниже 65°С и не выше 75°С; в первом случае происходит недостаточное обессахаривание свекловичной стружки, а во втором случае жом при отжимании в большом количестве продавливается через отверстия сит и забивает их в соседних диффузорах.

По данным Вишнякова (131) распределение температуры и давления в отдельных диффузорах было таково (см. табл. СХХVIII):

Таблица СХХVIII.

	Среднее за 12 часов.						
	Вода.	Д и ф ф у з о р ы.					
		VI	V	IV	III	I	II
Температура °С. . . . .	71	69	73	73	73	95	90
Давление в фунтах на дюйм . . . . .	33	33	40	32	33	—	—

§ 165. На Канитановском сахарном заводе пресс-диффузионная батарея, состоящая из 6-ти диффузоров, работала в течение 5-ти недель и одновременно с обыкновенной диффузионной батареей, состоящей из 12-ти диффузоров по 165 ведер емкости каждый, благодаря чему представлялось возможным сравнить результаты той и

другой из них. Такого рода опытное исследование было произведено Вишняковым (132), причем им были получены такие результаты (см. табл. СХХІХ):

Таблица СХХІХ.

Недели.	Обыкновенная диффузия.				Пресс-диффузия.			
	Нормальный сок.			Свекла.	Нормальный сок.			Свекла.
	Бр.	Сах.	Добр.	%	Бр.	Сах.	Добр.	%
1	23,7	20,96	88,4	19,39	23,8	20,71	87,0	19,30
2	24,6	21,30	86,6	19,90	22,6	20,00	88,5	18,58
3	24,6	21,71	88,3	20,40	21,9	19,34	88,3	18,10
4	24,3	21,67	89,3	19,89	22,4	19,42	86,6	18,23
5	24,4	21,35	87,5	19,79	22,7	19,43	85,6	18,36
6	23,4	20,50	87,7	19,29	—	—	—	—
Среднее	24,1	21,25	88,1	19,77	22,7	19,87	87,5	18,55

Таблица СХХХ.

Недели.	Обыкновенная диффузия.				Пресс-диффузия.			
	Диффузионный сок.				Диффузионный сок.			
	Бр.	Сах.	Добр.	Кисл.	Бр.	Сах.	Добр.	Кисл.
1	18,6	16,17	86,9	1,70	19,3	17,22	89,2	1,50
2	19,4	17,30	89,6	1,50	19,7	17,64	89,5	1,45
3	17,9	16,25	90,7	1,35	18,3	16,65	90,9	0,80
4	18,4	16,37	88,9	1,60	16,3	14,53	89,1	1,30
5	18,7	16,65	89,0	1,30	17,5	15,66	89,4	1,40
6	16,1	14,03	87,1	1,40	18,8	16,48	87,4	1,20
Среднее	18,1	16,14	89,1	1,47	18,3	16,39	89,5	1,27

Таблица СХХХІ.

Недели.	Обыкн. диффузия.		Пресс-диффузия.	
	Ж о м.		Ж о м.	
	Сах. %.	Сух. вещ. %.	Сах. %.	Сух. вещ. %.
1	0,39	7,23	1,55	19,0
2	0,45	7,40	2,29	18,30
3	0,47	7,22	1,83	17,42
4	0,44	7,24	1,71	16,02
5	0,46	7,70	1,70	15,98
6	0,45	7,50	—	—
Среднее	0,44	7,38	1,81	17,42

ПРИМЕЧАНИЕ. Диффузионная вода содержала сахара 0,14%.

При обыкновенной диффузии было получено:

Диффузионного сока	— 123%
Жома	— 90%
Диффузионной воды	— 120%
Расход чистой воды	— 225%

На основании этих данных, потеря сахара в отбросах была:

$$90_{>} \times 0.44 \quad 120 \times 0.14 \quad \text{по весу свеклы.}$$

$$100 \cdot \frac{120 \times 0.14}{90 \times 0.44} = 0.64 / \gg$$

При пресс-диффузии было получено:

Диффузионного сока — 1 X 7 %  
 Жом — 35,37% ;,  
 Диффузионная вода отсутствовала  
 Расход чистой воды — 52%

На основании этих данных, потеря сахара в отбросах была:

$$\frac{37}{100} \times 1M = 0.60\% \text{ по весу свеклы.}$$

§ 166 На сахарном заводе в ВБіт-Вічнге, перерабатывавшем около 10.000 дв. центнеров <5000 берк.) свеклы в сутки, были установлены две пресс-диффузионных батареи, из которых одна была шестичленная, а другая восьмичленная, и, кроме того, на этом заводе имелась одна обыкновенная диффузионная батарея, состоявшая из 14 диффузоров по 10 гектолитра (міг'сти каждый. Суточная переработка обеих пресс-диффузионных батарей была около 5000 дв. центнеров при расходе на них 130—но л. с.

Апсііік, вігі пек и !'гбап ПЗУ) произвели опытное исследование результатов работ топ и другой диффузии, причем получили такие результаты (см. табл. СХЛХП):

Таб., та СХХХІІ,

Свекла	6-ти-чл. пресс-диф.		8-ти-чл. пресс-диф.		Обыкновенная] диф.								
	Диффузион. сок. !	Жом. !	Диффузион. сок. !	Жом. !	Диффузион. сок. !	Жом. !							
	Бр.   Сах. Добр.	Бр.   Сах. > Добр.	Бр.   Сах. Добр.	Бр.   Сах. > Добр.	Бр.   Сах. Добр.	Бр.   Сах. > Добр.							
19,5	18,47	16,86	91,3	132	17,29	15,3:1	91,5	0,92	117,75	16,25	91,5	0,27	10,17

Таб. ища СХХХІІІ

Свекла.	6 чл. пресс-диф.   8 чл. пресс-диф.				Обыкновен. диф.		
	Диф. сок.	Жом. !	Д«Ф» сок.	Жом.	Диф-сок.	Жом.	
Сух. веществ	27,64	18,47	19,11	17,29	16,98	17,75	6,81
Сахара .	19,50	16,86	1,83	15,83	0,92	16,25	0,27
Золы .	0,554	0,333	0,524 !	0,323	0,455	0,307	0,221
Общ. N.	0,220	0,112	0,280 !	0,106	0,252	0,107	0,084
Белков. N.	0,122	0,028	0,250	0,028	0,223	0,018	0,074
Вещн. N.	0,087	0,070	0,016 !	0,066	0,014	0,067	0,006

При обыкновенной диффузии было получено:

Диффузионного сока — 117,5° о  
 Жом — 95%,  
 Диффузионной воды — 130%  
 Расход чистой воды — 225%

На основании этих данных потеря сахара в отбросах была:

$$\frac{0,27 \times 5}{100} \times \frac{130 \times 0,17}{100} = 0,477\% \text{ по весу свеклы.}$$

При пресс-диффузии было получено:

*при 6-ти—членной батарее:*

Диффузионного сока	—	112 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Жома	—	34,2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Расход чистой воды	—	46 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

На основании этих данных потеря сахара в отбросах была:

$$\frac{1,82 \times 34,2}{100} = 0,626\% \text{ по весу свеклы.}$$

*при 8-ми—членной батарее:*

Диффузионного сока	—	123 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Жома	—	36,8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Расход чистой воды	—	60 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

На основании этих данных, потеря сахара в отбросах была:

$$\frac{0,92 \times 36,8}{100} = 0,339\% \text{ по весу свеклы.}$$

Таким образом, в шестичленной батарее потери сахара в жоме были больше, а в восьмичленной меньше, чем в обыкновенной батарее, но при этом разбавление сока в первом случае было меньше, а во втором случае больше, чем в обыкновенной батарее.

§ 167. Уместно заметить, что относительно величины суточной производительности пресс-диффузионной батареи имеются такие практические данные:

по Вишнякову (134) в Капитановском сах. заводе в среднем 1550 берк. и максимум 1770 берк.

по Andrlík'у (135) в сах. заводе в Böhm-Brod'e в среднем 1250 берк.

по Emmrich'у (136) в сах. заводе в Schafstädt'e в среднем 1525 берк. и максимум 2000 берк.

Что касается расхода силы на приведение в движение шнеков, прессов при одной пресс-диффузионной батарее, то имеются такие практические данные:

по Вишнякову — 35 л. с. для 6-ти—членной батареи

по Andrlík'у — 50 л. с. " " " "

по Emmrich'у — 60 л. с. для 8-ми " " " "

§ 168. В том случае, когда жом предназначается для хранения в ямах, возникает вопрос, насколько быстро он подвергается порче. Согласно опытным данным Вишнякова (137), производившего наблюдения за хранением жома в ямах в течение 3-х месяцев (с декабря по март), оказалось, что жом содержал при укладке в ямы в среднем сухих веществ 17,42<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, а при заборе из них он содержал сухих веществ 16,74<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, т. е. жом потерял при хранении за указанный период около 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> сухих веществ. Несомненно, в весенние месяцы эта потеря сухих веществ жомом при хранении его в ямах будет гораздо больше. Таким образом, самое рациональное, если жом, полученный из пресс-диффузионной батареи, будет подвергаться высушиванию в сушильных аппаратах.

§ 169. Для получения успешных результатов работы пресс-диффузионной батареи, т. е. максимума производительности батареи, максимума концентрации получаемого сока, максимума доброкаче-

ственности этого сока, минимума потери сахара в жоме, минимума расхода силы на приведение в движение шнеков, минимума расхода пара на нагрев сока, необходимо соблюдение ряда условий.

Во-первых, свекловичная стружка, загружаемая в батарею, должна быть возможно тонкая, ровная, с наименьшим содержанием мязги.

Во-вторых, вода, накачиваемая в последний диффузор батареи, должна быть достаточно нагретая, а именно при температуре около 70°C, с каковою целью возможно пользоваться конденсационной (аммиачной) водою из последних корпусов выпарки.

В-третьих, сок, накачиваемый в первый диффузор, должен быть достаточно нагретым, а именно около 95°C с тем, чтобы он успел, омывая движущуюся в диффузоре стружку, нагреть последние до 70°C.

В-четвертых, загружаемая свекловичная стружка и накачиваемая чистая вода должны поступать равномерно в диффузионную батарею.

**§ 170.** Существенные преимущества пресс-диффузионной батареи таковы:

во-первых, непрерывность работы, а вместе с этим уменьшение рабочих рук, напр., на 1 батарею 1 рабочий и 1 полурбочий;

во-вторых, отсутствие сточных вод;

в-третьих, уменьшение расхода чистой воды в четыре раза;

в-четвертых, получение жома высокого качества, как кормового средства.

Существенные недостатки пресс-диффузионной батареи таковы:

во-первых, сложность конструкции, а вместе с этим риск поломки и дороговизна ремонта;

во-вторых, большая затрата механической силы;

в-третьих, трудность регулирования хода работы;

в-четвертых, большие потери сахара в жоме.

Самым существенным недостатком пресс-диффузионной батареи Нугос-Рака является то, что в ней вода или сок не омывают всю толщу свекловичной стружки, находящейся внутри диффузора, так как сок движется в диффузоре по линии наименьшего сопротивления, т. е. между кожухом и ситом, т. е. омывает свекловичную стружку, главным образом, с поверхности, прилегающей к ситам; кроме того, действием шнека, сок движется через отверстия сит в направлении, противоположном движению сока, поступающего в диффузор. Свекловичная стружка при вращении шнека образует сплошную массу, которая целиком заполняет каждый шаг винта. Отсюда явствует, что условия для диффузии содержимого клеток свекловичной стружки в данном случае являются весьма неблагоприятными, если эта стружка будет неравномерно поступать в диффузор. В результате будут наблюдаться большие колебания содержания сахара в жоме, благодаря чему могут быть большие потери сахара по весу свеклы. Разумеется, замедляя скорость движения стружки через диффузионную батарею и увеличивая откачку диффузионного сока, возможно уменьшить потерю сахара в жоме, но это повлечет за собою уменьшение производительности батареи и увеличение расхода топлива.

Насколько неравномерно происходит выщелачивание свекловичной стружки в пресс-диффузионной батарее, это видно, из нижеследующих данных анализов проб жома (см. табл. СXXXIV), полученных

Herzfeld'ом (138), при его наблюдениях на заводе в Schatstädt'e, где работала восьмичленная пресс-диффузионная батарея:

Таблица CXXXIV.

Проба	Сах. %
1	0,7
2	0,9
3	1,0
4	1,2
5	1,8

Примечание. Пробы жома отбирались в течение одной смены.

Много вероятно, результаты в отношении более равномерного и полного обессахаривания свекловичной стружки получились бы более благоприятными, если бы она перед поступлением в батарею подвергалась бы измельчению на особых машинах (американские мясорубки), как это делается перед поступлением жома в паровые сушильные аппараты.

Если учесть, что для переработки в сутки 4000 берк. свеклы надлежит установить не менее 3-х и, много вероятно, даже 4-х шестичленных и, более правильно, восьмичленных пресс-диффузионных батарей, которым будут присущи все вышеописанные недостатки, то станет понятным, почему пресс-диффузионная батарея не получила повсеместного применения на сахарных заводах, т. е. не вытеснила оттуда обыкновенную диффузионную батарею.

Во всяком случае, Нугросс и Раг несомненно осуществили в заводском масштабе идею непрерывного способа извлечения сахара из свеклы, к чему также стремился и сам изобретатель обыкновенной диффузионной батареи Robert.

§ 171. Одновременно с изобретением обыкновенной прерывнодействующей и состоящих из нескольких сосудов диффузионной батареи, возникли изобретения, имевшие целью осуществить процесс извлечения сахара из свеклы непрерывно и в одном сосуде. Общая для всех этих аппаратов идея такова: в горизонтальном или вертикальном сосуде цилиндрической или конической формы вращается внутри винт; свекловичная стружка поступает в один конец сосуда, а вода в другой противоположный конец его. Свекловичная стружка при своем движении внутри сосуда омывается текущей ей навстречу водой, и в результате из одного конца сосуда будет вытекать сок, а из другого конца его будет выбрасывать жом.

Еще в 1879 году братья Regret во Франции патентовали аппарат для непрерывного извлечения сахара из свеклы, который позже ими был построен и установлен на одном французском сахарном заводе Roy, где он работал одно производство. Этот аппарат представлял собою клепаный из листового железа цилиндр длиной 8 метр и диаметром 1,2 метр., имевший двойные стенки, из которых внутренняя была дырчатая; внутри этого цилиндра помещался вращающийся винт; цилиндр приводился во вращение от зубчатой передачи и катился на роликах. Свекловичная стружка загружалась в один конец цилиндра, а вода направлялась в другой

конец его; с одного конца цилиндра вытекал сок, а в другом собирался жом, который посредством элеватора удалялся из аппарата.

По сообщению Pellet (139) на аппарате Perret было переработано в производство более 50.000 центнеров свеклы; прием откачки сока была более 125% по весу свеклы, а жом содержал 0,36%—0,35% сахара.

§ 172. Позже, а именно в 1900 году Бертран (140) патентовал свой непрерывно действующий аппарат для извлечения сахара из свеклы, которой был построен и установлен на русском сахарном заводе в Устьяновке, Подольской губ. Этот аппарат состоял из герметически закрытого, вертикально поставленного конического железного резервуара, к которому снизу и сбоку примыкал герметически закрытый, горизонтально поставленный цилиндрический, с двумя конусными насадками по концам, железный резервуар. Внутри цилиндра имелось мешало, а внутри конусов шнеки. Стенки конусов двойные, из которых внутренняя дырчатая. Свекловичная стружка подается в стоячий конический резервуар через отверстие сверху при посредстве короткого шнека, благодаря чему в горловине этого резервуара получается пробка из стружки. Из резервуара, в который загружается стружка, последняя захватывается шнеком в переднем конусе и направляется в лежащий цилиндрический резервуар, а из него шнеком захватывается в задний конус, откуда уже обессахаренная передается в наклонно поставленный шнек, которым удаляется из аппарата. Сок, получающийся при отжимании стружки в конусах шнеком, собирается в пространстве между двойными стенками, откуда он направляется в решоферы для нагревания. Чистая вода поступает внутрь наклонного шнека в месте примыкания его к аппарату, куда возвращается также жомовая вода, получающаяся в верхней части шнека. Сок, получающийся при отжимании стружки в заднем конусе, после нагрева в решофере, возвращается в лежащий цилиндрический резервуар, где смешивается со стружкой; сок, получающийся при отжимании стружки в переднем конусе, после нагрева в решофере, возвращается в стоячий конический резервуар, где оmyвает стружку и уходит из него по трубе сверху в сборник.

Каковы были получены результаты работы этого аппарата, сведений в специальной литературе не имеется.

§ 173. В 1910 г. Чапковский (141) конструировал и установил на сахарном заводе в Угрюдах, Харьковской губ., непрерывно действующий аппарат для извлечения сахара из свеклы. Этот аппарат представляет собою горизонтальный цилиндр, сопряженный с усеченным конусом; внутри их вращается шнек, в лопастях которого сделаны прорезы. Свекловичная стружка загружается в цилиндр, а получаемый жом выходит из конуса; вода входит навстречу стружке в начале конуса, а получаемый сок уходит в конце цилиндра. Выходное отверстие в конусе закрывается конусным гидравлическим затвором. Сок, получаемый в передней части цилиндра, проходит через отверстия в стенках его, собирается в камере, окружающей цилиндр, откуда насосом накачивается в решофер, а из него снова возвращается внутрь цилиндра; жомовая вода, получаемая в передней части конуса, проходит через отверстия в стенках его, собирается в камере, окружающей конус, откуда поступает в насос, служащий для накачивания чистой воды в аппарат. Чистая вода входит внутрь пустотелого вала конуса и выходит в средней части конуса, через отвер-

ствия в этом валу. Аппарат имеет размеры: диаметр цилиндра 2 метр., длина его 7 метр., малый диаметр усеченного конуса 0,75 метр., длина конуса 7 метр., производительность аппарата предполагалась до 5000 берк. свеклы в сутки.

Каковы были получены результаты работы этого аппарата, данных в специальной литературе не имеется.

§ 174. В последние годы начинает приобретать распространение на заграничных сахарных заводах непрерывно действующий аппарат для извлечения сахара из свеклы системы Raabe (142), патентованный в Германии 19-го октября 1921 г. и наименованный „Rapide“. В виду чрезвычайного интереса, который представляет этот аппарат, как одна из наиболее удачных попыток осуществить на практике непрерывную диффузию в одном диффузоре, ниже приводятся все имеющиеся в специальной литературе данные об устройстве и работе этого аппарата.

Knobloch (143), директор сахарного завода Suben в Германии, сообщает:

„Запросы о результатах работы непрерывной диффузии Raabe были получены нами от сахаротехников всех стран. Не имея возможности отвечать на эти многочисленные запросы, мы решили выступить на страницах этого журнала. После того, как прошло две кампании, я думаю, что в интересах сахпромышленности является желанным осведомить деловые круги о полученных результатах.

„Главные требования, которым должна удовлетворять непрерывная диффузия, следующие: отсутствие сточных вод, наименьшая потеря сахара, наибольшая концентрация диффузионного сока, быстрота процесса, нормальные затраты на оборудование и эксплуатацию. Означенные условия вполне осуществимы в диффузии Raabe“.

При этом предлагается схематическое изображение этой диффузии: А—свеклорезка, из которой свекловичная стружка по желобу В поступает в диффузор С, представляющий собою лежащий цилиндр с подъемом 70 мм. на 1 метр, разделенный вертикальными переборками, не достигающими до верху его, на 23 камеры. Каждая переборка состоит из трех стенок, отстоящих на некотором расстоянии друг от друга, причем передняя цельная, но не достигающая снизу стенок цилиндра, средняя также цельная, но со щелью внизу и третья дырчатая. Благодаря наличию таких переборок сок движется внутри камер по диагоналям их снизу вверх. Цилиндр в передней части приблизительно на  $\frac{1}{4}$  его длины имеет несколько больший диаметр, чем в остальной задней части. Внутри цилиндра помещаются два сопряженных вала с мешалками, при посредстве которых стружка перемешивается и перебрасывается через переборки из одной камеры в другую. Вал в передней части делает около 4 оборотов в 1 минуту, а в задней около 3 оборотов в 1 минуту. В конце цилиндра жом падает в прессовый шнек—D. Прессовая вода, при помощи насоса, накачивается в 7-ю камеру от конца; 16-я и 19-я камеры, так наз., циркуляционные: сок из этих камер забирается насосом и снова возвращается в них, т. е. горячий сок омывает несколько раз находящуюся здесь стружку, чем, конечно, достигается лучшее обессахаривание ее и получение более концентрированного сока.

Действие аппарата таково: свекловичная стружка нагревается ретурным или соковым паром, имеющим температуру около 110°С, в самой свеклорезке, снабженной специальным для того кожухом. Нагрев стружки производится на ходу свеклорезки, а именно пар впускается через узкое отверстие в нагревательный кожух под резаль-

ный диск. Свеклорезка соединена герметически закрытым желобом с аппаратом и через него нагретая стружка поступает в первую камеру аппарата. В последнюю камеру аппарата накачивается одновременно чистая вода, имеющая температуру  $55^{\circ} - 60^{\circ}\text{C}$ . В то время, как стружка движется из камеры в камеру, навстречу ей течет вода, при этом в 7-ю камеру накачивается прессовая вода. В результате такого встречного движения в аппарате стружки и воды происходит обессахаривание стружки и получение сока. Так как стружка нагревается паром до  $85^{\circ} - 90^{\circ}\text{C}$ , то получающийся при обессахаривании ее сок имеет температуру около  $80^{\circ}\text{C}$ ; но в общем процесс извлечения сахара из свеклы совершается в аппарате в течение около 40 минут и при температуре в среднем около  $70^{\circ}\text{C}$ . При означенной скорости процесса и указанной температуре, не может происходить инверсия сахара, а вместе с этим потеря его, ни в стружке, ни в соке. Вследствие быстрого нагрева стружки выше  $70^{\circ}\text{C}$ , белковые вещества, содержащиеся в соке ее, свертываются, а потому переходят в сок в незначительном количестве. В получаемом соке находится не более 2%—3% взвешенных веществ. Жом, получаемый в аппарате, не разваривается и является весьма удобным для прессования. Поступление свежей воды в аппарат регулируется в зависимости от предела выщелачивания стружки и степени концентрации получаемого сока. Расход свежей воды составляет около 40% по весу свеклы при условии возвращения в аппарат прессовой воды, получаемой в количестве около 30% по весу свеклы, при отжимании жома. Плотность получаемого диффузионного сока узнается по показаниям ареометра Volkwarz'a\*), находящегося в соединении с автоматическим прибором, указывающим рабочему, стоящему при аппарате, моменты получения слабого сока—белой лампочкой и крепкого—красной. Весьма большое значение для регулирования работы аппарата имеет анализ прессовой воды, с каковою целью пользуются также ареометром Volkwarz'a, снабженным специальной шкалой с делениями, показывающими % сахара в этой воде. Приток воды в аппарат регулируется рабочим, который руководствуется при этом показаниями автоматического счетчика воды. Жом отпрессовывается на особых прессах. Прессовая вода возвращается обратно в аппарат в камеру, где доброкачественность сока соответствует доброкачественности прессовой воды. Получаемый прессованный жом имеет температуру  $50^{\circ} - 55^{\circ}\text{C}$ , что является также преимуществом, в случае высушивания жома. Если жом, получаемый в аппарате не предполагается прессовать, то температура свежей воды, поступающей в аппарат, может быть  $30^{\circ} - 40^{\circ}\text{C}$ . Диффузионный сок, прежде поступления в мерник, проходит через ловушку мягни. В виду получения в аппарате диффузионного сока, имеющего температуру более  $80^{\circ}\text{C}$ , нагрев его перед дефекацией является излишним.

Производительность одного аппарата указанных размеров до 3000 берк, свеклы в сутки.

Расход силы на приведение в движение мешал в одном аппарате 12 л. с.—15 л. с.

Обслуживание аппарата очень простое и ограничивается только наблюдениями за плотностью сока, температурой его, и за количе-

\*) Ареометр Volkwarz'a отличается от обычного ареометра Брикса тем, что им можно пользоваться при измерении плотности весьма горячих растворов, причем на шкале его указаны поправки на температуру.

ством расходуемой свежей воды и плотностью прессовой воды, на что требуется один рабочий.

Качество свежоловной стружки имеет важное значение для успеха действия аппарата, а потому необходим внимательный надзор за работой свеклорезки.

§ 175. Чтобы судить о результатах работы непрерывно-действующего диффузионного аппарата Raabe, были сделаны наблюдения, т. е. взяты пробы сока из разных камер аппарата и подвергнуты анализу. Полученные результаты анализов указывают, что аппарат работает правильно, т. е. в отдельных камерах наблюдается постепенное возрастание плотности получаемого сока, за исключением камер циркуляционных (16-я, 19-я) и камеры, куда поступает прессовая вода (7-я).

В кампанию 1921/22 г. результаты были получены таковы (см. табл. СXXXV):

Таблица СXXXV.

Свекла.	Нормальный сок.			Диффузион. сок.			Жом сах. %.	Жома по в. свеклы. %.
	Бр.	Сах.	Добр.	Бр.	Сах.	Добр.		
15.39	19.08	17.02	89.1	15.5	13.9	89.6	0.73	67.0

Диффузионного сока—107,2% по весу свеклы.

Потеря сахара в жоме  $\frac{0,73 \times 67}{100} = 0,489\%$  по весу свеклы.

Извлечено сахара из свеклы  $\frac{[15,39 - 0,489] \times 100}{15,39} = 97\%$  по весу

сахара в ней.

В кампанию 1922/23 г. результаты были получены таковы (см. табл. СXXXVI):

Таблица СXXXVI.

Свекла.	Нормальный сок.			Диффузион. сок.			Жом сах. %.	Жома по в. свеклы. %.
	Бр.	Сах.	Добр.	Бр.	Сах.	Добр.		
15.10	19.50	16.92	86.7	14.9	13.08	87.7	0.89	67

Диффузионного сока—111,3% по весу свеклы.

Потери сахара в жоме  $\frac{0,81 \times 67}{100} = 0,542\%$  по весу свеклы.

Извлечено сахара из свеклы  $\frac{[15,10 - 0,542] \times 100}{15,10} = 96\%$  по ве-

су сахара в ней.

На том же сахарном заводе работала обыкновенная диффузионная батарея, причем потери сахара в отбросах были:

в жоме . . . . .  $\frac{0,35 \times 85}{100} = 0,297\%$

в диффузион. воде  $\frac{0,11 \times 120}{100} = 0,132\%$

Всего . . . = 0,429%

Что касается результатов анализов сока из отдельных камер аппарата, то при двух опытах они были получены таковы (см. табл. СXXXVII):

Таблица СXXXVII.

Камера №	Опыт I-й.			Опыт II-й.		
	Бр.	Сах.	Добр.	Бр.	Сах.	Добр.
1	0,8	0,57	61,0	1,4	0,98	70,7
2	1,1	0,79	71,8	1,8	1,30	72,2
3	1,8	1,45	80,5	2,5	1,63	73,2
4	1,9	1,53	80,5	2,8	2,12	75,0
5	2,3	1,86	80,8	3,0	2,26	75,2
6	2,8	2,26	80,7	3,2	2,40	70,0
7	2,2	1,74	79,1	3,0	2,20	73,3
8	3,5	2,82	80,6	3,6	2,80	77,6
9	4,3	3,57	83,0	4,1	3,23	80,9
10	4,9	4,11	83,9	5,0	4,00	80,0
11	5,1	2,26	83,5	5,2	4,22	81,15
12	5,6	4,75	84,9	6,7	5,44	81,2
13	6,5	5,57	85,6	7,6	6,25	82,2
14	7,4	6,38	86,2	8,4	6,91	82,2
15	8,2	7,15	87,1	9,0	7,31	82,3
16	—	—	—	—	—	—
17	8,4	7,9	85,6	9,7	7,99	82,3
18	10,6	9,15	86,3	11,1	9,31	83,8
20	11,16	9,99	86,1	12,0	10,09	84,8
21	12,7	11,01	86,6	13,4	11,30	84,3
22	13,8	11,98	86,8	14,4	12,69	88,1
23	14,0	12,25	87,5	15,2	13,12	86,3

§ 176. Что касается расхода тепла, а значит, и пара, в случаях новой (Raabe) и старой (Robert'a) диффузии, то признаем уместным привести нижеследующий расчет, результаты которого несколько отличны от расчета, произведенного Knobloch'ом и напечатанного на страницах одного специального журнала.

Диффузия Robert'a:

Приход тепла:

со свеклой . . . . .  $100 \times 0,9 \times 5 = 450$  калор.  
с водою . . . . .  $220 \times 1 \times 40 = 8800$  „

Итого . . 9250 калор.

Расход тепла:

в диффуз. соке . . .  $110 \times 0,9 \times 30 = 2970$  калор.  
в жоме . . . . .  $90 \times 1 \times 4 = 3600$  „  
в диффуз. воде . . .  $120 \times 1 \times 40 = 4800$  „  
на лучеиспускание . . . . . 300 „

Итого . . 11670 калор.

Требуется тепла:  $11670 - 9250 = 2420$  калор.

Диффузия Raabe:

Приход тепла:

со свеклой . . . . .  $100 \times 0,9 \times 5 = 450$  калор.  
с водой . . . . .  $77 \times 1 \times 40 = 3080$  "

Итого . . 3530 калор.

Расход тепла:

в диффуз. соке . . .  $110 \times 0,9 \times 80 = 7920$  калор.  
в жоме . . . . .  $67 \times 1 \times 40 = 2680$  "  
на лучеиспускание . . . . . 250 "

Итого . . 10850 калор.

Требуется тепла:  $10850 - 3530 = 7320$  калор.

Таким образом, расход тепла на новой диффузии получается втрое больший, чем на старой; но эта разница становится понятной, если принять во внимание, что диффузионный сок, получаемый из новой батареи, имеет температуру  $80^{\circ}\text{C}$ , т. е. его не требуется нагревать перед дефекацией, а вместе с этим затрачивать тепла:  $110 \times 0,9 \times 50 = 4950$  калор., как это необходимо в случае нагрева перед дефекацией диффузионного сока, получаемого из старой батареи и имеющего температуру  $40^{\circ}\text{C}$ .

В конечном итоге, расход тепла будет:  
на новой диффузии и дефекации = 7320 калор.  
на старой диффузии и дефекации =  $2420 + 4950 = 7370$  калор.

В результате расход тепла в том и другом случае будет почти одинаков.

**§ 177.** Как на существенные недостатки старой диффузионной батареи Robert'a, указывают:

- 1) сложность конструкции;
- 2) трудность регулирования работы;
- 3) нарушение правильного хода работы, благодаря возникающему слеживанию свекловичной стружки;
- 4) относительно большая продолжительность процесса, а вместе с этим возможность разложения сахара;
- 5) получение сточных вод, требующих больших затрат на очистку их;
- 6) потеря сахара в диффузионной и прессовой воде, а равно потеря в них сухих веществ свеклы;
- 7) большой расход чистой воды;
- 8) значительная затрата рабочих рук.

Не следует упускать из вида, что большинство этих недостатков обыкновенной диффузионной батареи вполне устранимы, как то было указано выше.

Как на существенные преимущества нового непрерывнодействующего диффузионного аппарата Raabe, указывают:

- 1) простота конструкции;
- 2) легкость регулирования работы;
- 3) отсутствие нарушения правильного хода работы, вследствие невозможности слеживания свекловичной стружки;
- 4) относительно малая продолжительность процесса, а вместе с этим устранение возможности разложения сахара;
- 5) отсутствие диффузионной воды и возможность использования прессовой воды;

6) отсутствие потери сахара в диффузионной и прессовой воде, а равно отсутствие потерь в них сухих веществ;

7) малый расход чистой воды;

8) незначительная затрата рабочих рук.

Несомненно, непрерывно-действующий диффузионный аппарат Raabe является одной из наиболее удачных попыток практического осуществления идеи непрерывной диффузии в одном диффузоре, и, разумеется, как таковой, он не лишен пока некоторых недостатков. Напр., нагрев свекловичной стружки в свеклорезке является нерациональным потому, что вся конденсационная вода, образующаяся из пара, разбавляет полученный диффузионный сок; кроме того, не исключена возможность засорения решеток в переборках отдельных камер, что, конечно, повлечет за собою нарушение правильного движения сока в аппарате и т. п.

По сообщению Knobloch'a на свекловинокуренных заводах уже более 50 подобных аппаратов установлено для обессахаривания свеклы. На сахарном заводе Gastyn (в Познани) предполаген к установке в пуску в производство 1923/24 г. один непрерывно—действующий диффузионный аппарат Raabe суточной производительностью в 6000 берк.

§ 178. Из целого ряда способов, предложенных с целью извлечения сахара из свеклы в 70-х годах, имел практическое значение и одно время даже конкурировал с диффузионным способом, так наз. центрифугальный способ, основанный на применении центрофуги для извлечения сока из свекловичной мяски. Этот способ вновь был предложен Зуевым и Шумиловым (144), но в него были введены существенные изменения, на основании теоретических соображений и практических данных, так как качество свеклы в прошлом и настоящем настолько различно, напр., сахара в свекле было ранее 8% — 10%, а теперь 16% — 18%, что применение какого-нибудь старого способа в неизменном виде в данное время не представляется возможным, вследствие получения при этом неудовлетворительных результатов. Сущность этого способа такова: предположим наличие четырех центрофуг и четырех же мешалок: свекловичная стружка, полученная из свеклы в свеклорезке, обычного устройства, подвергается измельчению на особых резальных машинах (тип американской мясорубки) и поступает в первую мешалку, куда накачивается сок, вытекающий из второй центрофуги, и, после некоторого перемешивания, эта смесь загружается в первую центрофугу, и где измельченная стружка отделяется от сока; последний собирается в сборнике и в дальнейшем подвергается дефекации и сатурации, а получаемая менее сахаристая стружка выгружается из центрофуги и поступает во вторую мешалку, куда накачивается сок, вытекающий из третьей центрофуги и после перемешивания эта смесь загружается во вторую центрофугу, где стружка отделяется от сока, последний направляется в предшествовавшую мешалку, а менее сахаристая стружка—в последнюю мешалку, и т. д.

В конечном результате в последнюю мешалку будет накачиваться вода, из последней центрофуги будет выгружаться обессахаренная стружка (жом), а в первую мешалку будет загружаться свекловичная стружка и из первой центрофуги будет вытекать центрофугальный сок.

Названные исследователи производили в малом масштабе опыты извлечения сахара из свеклы, пользуясь описанным способом и

применяя центрофугу, причем они получили такие результаты (см. табл. СXXXVIII):

Таблица СXXXVIII.

Свекла . . . . . сах. = 19,5%<sup>1</sup>

	Бр.	Сах.	Добр.
Нормальный сок . . . . .	24.2	20,84	86.1
Сок из первой центрофуги (центрофугальный сок) . . . . .	21,8	18,85	86,5
Сок из второй центрофуги . . . . .	15,1	12,54	83,0
Сок из третьей центрофуги . . . . .	8,2	6,22	75,9
Сок из четвертой центрофуги . . . . .	3,2	2,06	64,5

	Сах. %	Количество %
Стружка из первой центрофуги . . . . .	14,5	33,2
Стружка из второй центрофуги . . . . .	8,9	32,2
Стружка из третьей центрофуги . . . . .	4,3	30,0
Стружка из четвертой центрофуги (жом) . . . . .	1,3	27,0

Сока . . . . . 105,5% по весу свеклы

Жома . . . . . 27% ”

Потери сахара в жоме —  $\frac{27 \times 1,3}{100} = 0,35\%$  по весу свеклы.

Извлечено сахара —  $\frac{(19,50 - 0,35) \times 100}{19,5} = 98,2\%$  по весу свеклы.

Расход воды . . . . . 50% по весу свеклы.

Этот способ извлечения сахара из свеклы может быть осуществлен в заводской обстановке при условии применения непрерывно-действующих центрофуг. Конструирование такого рода центрофуги не представляет особых затруднений, так как в данном случае в центрофуге будет совершаться только одна операция—отделение сока от стружки. Названными исследователями была сконструирована непрерывно-действующая центрофуга для означенной цели, имеющая конический барабан со шнеком внутри, причем каждый из них должен был приводиться во вращение от отдельного электромотора. Число оборотов которого предполагалось регулировать специального устройства реостатом. Обстоятельства привходящего характера не позволили сделать и испытать такую центрофугу.

§ 179. Самым существенным недостатком сахарного производства является его сезонность, благодаря чему из 12 месяцев в году завод работает только 3 месяца, а 9 месяцев бездействует, т. е. основной капитал, вложенный в предприятие, эксплуатируется весьма неинтенсивно, а вместе с этим накладные расходы (амортизация, налоги, служащие и проч.) ложатся на себестоимости продукции. Давным давно высказывались разного рода проблемы эксплуатации сахарных заводов в течение круглого года, но ни одна из них до сих пор не была осуществлена на практике.

К числу таких проблем следует отнести предложение подвергнуть высушиванию свекловичную стружку, так как в сушеном виде

она может сохраняться без изменений продолжительное время, а вместе с этим представляется возможность перерабатывать ее на сахарном заводе в течение целого года. Напр., бр. Zographos (145) получили привилегию в России 19-го февраля 1904 г. за № 10247 на консервирование свекловичной стружки. По мнению изобретателей, этот способ даст возможность воспользоваться консервированной стружкой по прошествии любого промежутка времени для извлечения содержащегося в ней сахара или для корма скота. По этому способу свекловица, предварительно очищенная и превращенная в резку, переносится при помощи транспортера в камеру, в которой она совершает круговой путь и подвергается в течение определенного времени действию сернистой кислоты, паров формалина или т. п. веществ для стерилизации. По выходе из стерилизационной камеры, резка высушивается на вольном воздухе, для какой-либо цели ее раскладывают на сушильном току; высушиваемый материал время от времени переворачивают от руки или какими либо механическими приспособлениями для обеспечения равномерного высушивания. Высушивание доводится до содержания в резке воды около 10%. Наконец, высушенная резка подвергается в паровом или ином аппарате действию температуры 80° — 90°С для обеспечения консервирования свекловицы.

Но способ высушивания свеклы, предложенный изобретателями, как не требующий затрат топлива, если и может быть осуществлен, то только в странах с весьма жарким и сухим климатом, т. е. там, где отсутствует культура свеклы, как, например, в Греции, т. е. на родине изобретателей.

Разрешение той же проблемы предлагал Сопозко (146) аналогичным способом, т. е. предварительно высушивать свекловичную стружку, окуренную сернистым газом, в сушильном аппарате, а затем извлекать из высушенной стружки сахар диффузионным способом.

§ 180. Высушивание свеклы сопряжено с весьма большим расходом топлива, так как при этом приходится выпаривать не менее 70% воды по весу свеклы, т. е. затрачивать при восьмикратной испарительной способности каменного угля 8,75% его по весу свеклы, или, что то же, 41 фунт на 1 берков. свеклы; но, кроме того, при извлечении сахара из сушеной свекловичной стружки водою или спиртом для выпаривания последних придется затрачивать еще топливо.

Проф. Зуев (147) предлагает для высушивания свекловичной стружки применить принцип „теплового насоса“. Предположим, что высушивание стружки будет производиться в аппарате при 100°С, причем выделяющиеся водяные пары, при посредстве компрессора, будут сжиматься до упругости 1,75 атмосферы, т. е. до 115°С. Пользуясь данными термодинамики, нетрудно вычислить расход, потребной для этой работы, силы.

Если из 6000 килогр. свеклы, перерабатываемых в 1 час, выпаривается  $\frac{6000 \times 70}{100} = 4200$  килогр. воды, то для сжатия того же количества водяного пара с 100°С до 115°С потребуется тепла:  $4200 \times [115 - 100] \times 1,4 = 88200$  калор. Если коэффициент полезного действия компрессора, служащего для сжатия пара, будет 0,7, то мощность его должна быть в данном случае:  $\frac{88200}{630 \times 0,7} \approx 195$  л. с. — 200 л. с.

Если компрессор будет приводиться в действие газогенераторным двигателем, который расходует горючего (каменного угля) в генераторе 0,30 килогр. на 1 л. с. в 1 час, то расход угля в 1 час на двигатель указанной мощности будет:  $200 \times 0,3 = 60$  килогр. Таким образом, 1 килогр. угля будет выпаривать в указанном случае  $\frac{4200}{60} = 70$  килогр. воды, и в результате расход угля на высушивание свекловичной стружки будет  $\frac{60 \times 100}{6000} = 1\%$  по весу свеклы, или, что то же, 4,8 фунта на 1 берк. свеклы, а вместе с потерями тепла на лучеиспускание—около 5 фун. на 1 берк. свеклы.

В случае использования принципа „теплового насоса“ высушивание свекловичной стружки будет производиться паром, причем конструкция сушильного аппарата может быть одинаковой с таковой парового сушильного аппарата для жома. Конечно, при высушивании свекловичной стружки может быть также использовано тепло дымовых газов, исходящих из тонок паровых котлов, с каковою целью пригоден сушильный аппарат Huillard'a и др.

§ 181. Buhre (148) производил высушивание свекловичной стружки в газовом сушильном аппарате Petry и Hecking'a, причем из 4,5 центнера сырой стружки получал 1 центнер сухой, которая имела состав:

Влаги . . . . .	4,02%
Сахара . . . . .	62,50%
Белка . . . . .	5,31%
Жира . . . . .	0,80%
Клетчатки . . . . .	6,31%
Золы . . . . .	4,88%

Извлечение сахара из высушенной свекловичной стружки на практике не производилось, а потому с этой целью приходится только рекомендовать использовать диффузионный способ извлечения сахара из свеклы посредством воды в диффузионной батарее обычного типа, или же в непрерывно—действующем диффузионном аппарате нового типа, напр., Raabe, причем, несомненно, возможно получить сок весьма большой концентрации, приближающийся к сиропу, благодаря чему, много вероятного, окажутся излишними выпарные аппараты, и не потребуются затраты топлива на выпаривание сока до густоты сиропа, причем в отбросе получится небольшое количество жома с значительным содержанием сахара, который будет являться весьма ценным кормовым средством.

Некоторые высказывают предположение использовать для извлечения сахара из сушеной свекловичной стружки способ экстрагирования ее спиртом в экстракционных аппаратах такого же устройства, как и применяемых в масло-экстракционных производствах и, отгоняя спирт, из полученного спиртового раствора сахара в перегонных аппаратах такого же устройства, как и применяемых в винокуренном производстве.

Насколько все вышеизложенное окажется на практике рентабельным, за отсутствием соответствующих данных, пока судить трудно.

§ 182. При извлечении сахара из свеклы посредством диффузионного способа отбросом является, кроме жома, также диффузионная вода, т. е. та вода, которая находилась в диффузоре, заполняя в нем свободное пространство между обессахаренной свекловичной стружкой и удаляемая из диффузора вместе с последней при опоражнивании

его. К этой воде присоединяется при опоражнивании диффузора та вода, которая находилась в калоризаторе при нем, а также вода, применяемая для ополаскивания стенок опараживаемого диффузора. Общее количество указанных категорий вод получается около 125%, по весу перерабатываемой свеклы.

В частном случае в сахарном заводе, перерабатывающем в сутки 4000 берк. свеклы, количество диффузионной воды получается:

$$\frac{4000 \times 12 \times 125 \times 40}{100 \times 30} = 80000 \text{ ведер в сутки.}$$

Химический состав диффузионной воды, конечно, будет зависеть от качества перерабатываемой свеклы и от условий работы на диффузионной батарее. Лихвицер (149) произвел анализ проб диффузионной воды, причем получил такие результаты (см. табл. CXXXIX):

Таблица CXXXIX.

	Брик. %	Сах. %	Твердый остаток	Потери от про-калив.	Остат. от про-калив.	Орг. вещ.
Взвешенные вещества . . .	—	—	728	448	280	—
Растворимые „ . . .	0,16	0,17	1820	1650	170	1422
Взвешенные „ . . .	—	—	724	618	106	—
Растворимые „ . . .	0,6	0,16	1650	1370	280	2431

Азотной кислоты ничтожное количество, аммиака следы, азотистой кислоты не обнаружено; реакция слабо-кислая.

§ 183. Жом, выгруженный из диффузоров вместе с диффузионной водой, поступает в канаву, расположенную под диффузорами, в конце которой помещается яма с наклонными стенками, сделанными из листового продырявленного железа, попадая в которую, жом отделяется от диффузионной воды и забирается из нее посредством шнека, а из последнего он попадает в вагонетки. При подъеме жома закрытым шнеком он в нем несколько отжимается от воды, так как шнек в этом случае действует, как пресс. Количество отжимаемой воды может быть около 25% по весу жома. В частном случае на сахарном заводе, перерабатывающем в сутки 4000 берк. свеклы, количество этой воды

получится:  $\frac{4000 \times 12 \times 25 \times 40}{100 \times 30} = 16000 \text{ ведер в сутки. Действительно,}$

если содержание сухих веществ в жоме до шнека будет 6%, а после него 8%, то в этом случае количество воды, отжимаемой шнеком из жома, составляет около 25% по весу отжимаемого жома. Химический состав этой прессовой воды будет мало различаться от диффузионной, но в ней могут быть мелкие кусочки жома, проникающие через отверстия в железном кожухе шнека. Тот же исследователь произвел анализ проб такой прессовой воды и получил такие результаты (см. табл. CXL):

Таблица CXL.

	Брик. %	Сах. %	Твердый остаток	Потери при про-калив.	Остат. от про-калив.	Орг. вещ.
Взвешенные вещества . . .	—	—	1055	778	257	—
Растворимые „ . . .	0,75	0,54	3300	3100	200	24964

§ 184. При хранении жома в ямах на дне последних собирается, так наз., жомовая вода, получающаяся вследствие давления верхних слоев жома на нижние и благодаря прониканию наружу воды, содержащейся внутри клеточек жома. Химический состав этой воды будет изменяться в зависимости от продолжительности хранения жома в ямах, благодаря происходящим в них бактериологическим процессам, сопровождающимся разложением сахара с образованием ряда органических кислот, с разложением белковых веществ—с образованием из них амидосоединений. Количество жомовой воды при продолжительном хранении жома в ямах, напр., в течение 6-ти месяцев, может составлять около 30%, по весу жома, загружаемого в ямы. Действительно, если содержание сухих веществ в жоме при загрузке в ямы будет 8%, а при заборе из ям будет 11%, то в этом случае количество жомовой воды составит около 30% по весу загруженного в ямы жома.

Тот же исследователь произвел анализ проб жомовой воды, при чем получил такие результаты (см. табл. CXXI):

Таблица CXXI.

	Взвешенные	Растворенные
	вещества	вещества
в 1 литре миллиграмм.		
Твердый остаток . . . . .	1775	10550
Потеря от прокальвания . . . . .	1430	5950
Прокаленный остаток . . . . .	345	4600
Органич. вещества . . . . .	—	200344
Хлор . . . . .	—	166,9
Азотная кислота . . . . .	—	35,7
Кислотность 100 к. с. . . . .	—	45,6 к. с. норм КОН

Обнаружены аммиак, сернистые соединения, серная кислота.

Необходимо иметь в виду, что количество жомовой воды увеличивается за счет попадающих в ямы атмосферных осадков; как известно, 1 млрд. атм. осадков соответствует количеству воды, равному  $\frac{890,75}{2400} = 0,37$  ведра на 1 кв. сажень. Но жом, находящийся в ямах

непокрытым, будет с поверхности терять влагу путем испарения, а потому в результате увеличение количества жомовой воды, за счет атмосферных осадков, может быть незначительным.

§ 185. Все указанные три категории вод, получаемые на сахарном заводе, являются, так наз., сточными водами, и как таковые, по условиям санитарии и гигиены, относятся к числу вредных для здоровья человека и животных. В сущности говоря, все эти воды содержат во взвешенном состоянии мелкие кусочки жома, которые представляют собою ни что иное, как обессахаренную свекловичную стружку, а в растворе те же составные части свекловичного сока, т. е. содержат в своем составе—сахар, белковые и пектиновые вещества, соли органических и неорганических кислот; эти вещества сами по себе не представляют вреда ни для человека, ни для животных, и тем более, что последние питаются жомом, как свежим, так и кислым. На основании вышесказанных соображений, такой авторитетный специалист по сахаротехнике, как д-р Claassen (150) говорит, что „сточные воды сахарных заводов безвредны в гигиеническом

отношении, как для людей, так и для животных“. Если принять во внимание, что диффузионная вода и прессовая вода получаются в результате процесса обессахаривания свекловичной стружки в диффузионной батарее, совершающегося в последней при повышенной температуре, то наличие в этих сточных водах микроорганизмов, если и наблюдается, то благодаря внесению их в диффузионную батарею вместе с горячею „барометрической“ водою, накачиваемой в последнюю. Причислить эти микроорганизмы обязательно к числу болезнетворных, т. е. патогенных, нет оснований, а потому в этом отношении нельзя не согласиться с мнением столь авторитетного специалиста по санитарии и гигиене, как проф. Хлопин (151), который говорит, что „ответить на вопрос—представляет ли данное загрязнение вод опасность для общественного здоровья, ответить категорически представляется возможным только в редких случаях, когда в загрязняющих отбросах или в загрязненной воде доказано присутствие патогенных микроорганизмов или химических ядов. В громадном большинстве случаев, при настоящем состоянии наших знаний, мы не можем доказать непосредственного вреда загрязненных вод, и, если энергично протестуем против такого загрязнения, то на том основании, что оно, не будучи вредным всегда, несомненно может быть таковым иногда“.

В сущности говоря, взвешенные и растворенные вещества, находящиеся в указанных сточных водах, вредны тем, что они, попадая в водоемы общественного пользования, имеющие относительно незначительные размеры и притом с сравнительно медленным течением воды, служат питательным субстратом для бактерий, грибов, водорослей, находящихся в громадном количестве в этих водоемах, под влиянием жизнедеятельности которых составные части сточных вод претерпевают химические изменения, причем могут образоваться вещества, вредные для здоровья человека и животных; кроме того, при этих условиях, находящиеся в водоемах растения (преимущественно водоросли), весьма энергично размножаются, в результате чего поверхность воды в водоеме покрывается ими, что препятствует доступу воздуха к воде, а на дне водоема отлагаются толстым слоем омертвевшие из них, подвергаясь гниению с образованием растворимых веществ и газообразных продуктов, обуславливающих невозможность пользования водою водоема для питья ни человека, ни животных и обуславливающих гибель в водоеме рыбы.

**§ 185** Сточные воды сахарных заводов содержат в своем составе в растворенном виде такие вещества, удаление которых сплошь химическим способом является практически весьма затруднительным, чтобы не сказать—почти невозможным; к числу таких веществ следует отнести углеводы, пектиновые вещества, белки. Вот почему, при очистке сточных вод сахарных заводов применение химических способов не дает благоприятных результатов, и, кроме того, требует больших затрат на оборудование и на реактивы.

В настоящее время наибольшим распространением пользуются биологические способы очистки сточных вод сахарных заводов. Как известно, биологическое очищение характеризуется процессами, в которых деятельным началом являются микроорганизмы и отчасти высшие организмы животного и растительного царства. Биологическое очищение разделяется на „естественное“, когда биологические процессы протекают в условиях, создаваемых самою природою, и „искусственное“, когда процессы очищения происходят в условиях, создаваемых человеком. Естественные биологические процессы совершаются:

при самоочищении рек, когда спускают в них сточные воды, и при орошении полей этими водами. Искусственные биологические процессы совершаются: в загнивателях (septic tank), в окислителях.

§ 186. Если представляется возможность спуска сточных вод сахарных заводов в реки сравнительно многоводны: и с относительно быстрым течением, то при этих условиях эти воды можно принимать вполне безвредными, и особенно, если перед спуском их в реку из них будут удалены взвешенные вещества посредством отстаивания или фильтрации. Составные части сточных вод сахарных заводов, сами по себе безвредные, попадая в малых количествах в реку, подвергаются там весьма большому разбавлению и, кроме того, претерпят там ряд биологических и химических процессов, в результате чего из них получатся вещества совершенно безвредные и, таким образом, река не будет заражена ими. Тот факт, что сточные воды, попадая в реку, не загрязняют последних, объясняется способностью самоочищения рек и оно выражается тем, что по пути своего течения река как бы обновляется, т. е. вода ее принимает состав и свойства, какими она обладала до загрязнения. На самоочищение рек имеет влияние ряд факторов: половодье, скорость течения, температура. Половодье и быстрое течение устраняют возможность отложения на дне взвешенных веществ сточных вод, а вместе с тем загнивание их, и, кроме того, обуславливают сильное разбавление составных частей сточных вод. Свободная поверхность реки, быстрое течение ее способствуют насыщению воды кислородом воздуха, т. е. создаются весьма благоприятные условия для развития в реке аэробных микроорганизмов, под влиянием жизнедеятельности которых органические вещества, находящиеся в растворенном виде, подвергаются сильному окислению и глубокому распаду, причем в конечном итоге могут быть получены, напр., из углеводов вода и углекислота. В самоочищении рек принимают участие также хлорофитовые растения, выделяющие кислород, который необходим для аэробных бактерий и который сам непосредственно действует окисляющим образом на органические вещества. В доказательство факта существования самоочищения рек уместно привести результаты исследования реки Рось (приток Днепра), приведенные Киркором (152). Эта река, длиною около 400 верст, имеет площадь бассейна около 10.000 кв. верст, на которой находится около 1 милл. жителей и расположено 80 заводов, причем из них 26 сахарных, а из последних 7 расположены по течению самой реки. Результаты этого исследования получились таковы (см. табл. CXLII):

Таблица CXLII.

	У истока	У устья
Свободного кислорода . . .	5,69 куб. сент.	6,46 куб. сент.
Потеря кислорода . . . . .	2,33 " "	1,38 " "
Окисляемость в % кислор. . . . .	7,83 " "	6,95 " "
Орг. связан. азота . . . . .	2,65 " "	2,63 " "
Плотного остатка . . . . .	309,4 " "	318,6 " "

Одной из причин, мешающих самоочищению воды в реках района сахарных заводов, следует признать очень частые плотины, которые образуют многочисленные запруды. В таких запрудах скорость течения воды уменьшается, уровень воды подвергается большому понижению, вода принимает все загрязнения, которые нако-

пляются у плотин. При таких условиях доступ кислорода воздуха в воду запруды становится затруднительным, а вместе с этим задерживается развитие аэробных микроорганизмов, обуславливающих окислительные процессы в воде, благодаря которым вода, в сущности говоря, очищается. При этих же условиях развиваются водоросли и проч. растения, которые, отмирая, скопляются на дне запруды, где подвергаются гниению с выделением газообразных продуктов тяжелого запаха и с образованием растворенных веществ, оказывающих вредное влияние на организмы человека и животных.

§ 187. Уже по наличию тех или иных представителей флоры в том водоеме, куда была спущена вода из завода, возможно судить о степени загрязнения воды в нем. Напр., присутствие особого вида бактерий *Beggiatoa alba*<sup>1)</sup>, являющихся представителем, так наз. „полисапроб“, указывает, что в воде водоема содержатся сравнительно большие количества углеводов и белковых веществ, причем под влиянием жизнедеятельности указанных бактерий белковые вещества распадаются с образованием сероводорода (процесс гниения). Напр., присутствие особого вида бактерий *Sphaerotilus natans*<sup>2)</sup>, являющихся представителем, так наз., „ $\alpha$ -мезосапроб“, указывает, что в воде водоема уже начали происходить процессы окисления, причем под влиянием жизнедеятельности указанных бактерий белковые вещества распадаются до мочевины. Наконец, наличие особого вида бактерий *Leptonutus lacteus*<sup>3)</sup>, являющихся представителем, так наз., „ $\beta$ -мезосапроб“, указывает, что в водоеме распад органических веществ достиг полной их минерализации, т. е. до аммиачных, азотистокислых и азотнокислых солей<sup>4)</sup>.

Итак, на основании присутствия тех или иных видов растений в воде водоема можно судить, насколько она загрязнена сточными водами из завода, и, напр., в первом случае—водоем сильно загрязнен, в третьем—слабо загрязнен.

О степени чистоты воды в водоемах возможно также судить по количеству бактерий, содержащихся в единице объема воды, причем считают:

вода чрезвычайно чистая от	0 до	10 бактерий в 1 куб. сант. воды				
„ очень чистая	„ 10	100	„	„	„	„
„ чистая	„ 100	1000	„	„	„	„
„ посредственная	„ 1000	10000	„	„	„	„
„ нечистая	„ 10000	100000	„	„	„	„
„ очень загрязненная	более	100000	„	„	„	„

§ 188. Из вышеизложенного становится очевидно, что указанные категории сточных вод сахарных заводов не могут быть спущены в общественные водоемы с небольшим запасом воды и с слабым течением воды, так как могут повлечь за собою загрязнение этих водоемов настолько, что вода в них станет непригодной ни для людей, ни для животных, она издает вредный для здоровья запах, и, кроме того, в ней становится невозможным существование рыб. Вот почему, эти сточные воды причислены санитарией к числу тех, которые дол-

<sup>1)</sup> Нити, образующие белую сетку.

<sup>2)</sup> Осадок в виде белой кожицы.

<sup>3)</sup> Белые нити, собранные в космы.

<sup>4)</sup> Эти виды растений Kolkwitz относит к бактериям, а Claassen именует их грибами.



Вот почему, Английская королевская комиссия установила, как основную общую норму степени очищения сточных вод, таковую: „Спускаемая в реки сточная жидкость не должна содержать взвешенных веществ больше 30 миллиграммов в 1 литре (20 миллигр. органических и 10 миллигр. неорганических) и вместе со взвешенными веществами должна поглощать в течение 5 суток при температуре 65°Ф (18,3°С) не более 20 миллиграммов растворенного кислорода на один литр“. Уместно заметить, что таким нормам вполне удовлетворяют канализационные воды, очищенные при удовлетворительной работе биологических станций и тем более посредством перемежающейся фильтрации или полей орошения.

В случае, если сточные воды после очищения спускаются в реки с малым водоизмещением, то эти нормы должны быть повышены. В данном случае для определения необходимой степени разбавления сточных вод речной водой, для получения в результате смешения нормы допустимого загрязнения реки, т. е. до 4 миллигр. на 1 литр, уменьшения кислорода при суточной пробе, пользуются следующей формулой:

$$\frac{X + Y \times Z}{Z + 1} = 4$$

X — качество сточной воды, выраженное в миллигр. на литр уменьшения кислорода,

Y — качество речной воды выше спуска в миллигр. на литр уменьшения кислорода,

Z — степень разбавления, т. е. отношение количества речной воды к количеству спускаемой сточной воды.

Напр., в частном случае: если  $Y = 1$ ,  $Z = 10$ , то, пользуясь вышеприведенной формулой, находим  $X = 34$ .

**§ 189.** В Германии законодательством признаются нормы для сточных вод, установленные Дунбаром и Туммом, которые таковы:

1. Очисткой должно быть удалено не менее 98%—99% нерастворимых веществ.

2. Очищенная вода при стоянии в течение 7 суток в закупоренной склянке при температуре 20°С не должна загнивать и давать реакцию на сероводород.

3. Окисляемость должна быть понижена очисткой не менее, чем на 60%—65%.

4. В очищенной неразбавленной сточной воде не должны погибать рыбы, следовательно, она должна содержать не менее 1 куб. сант. растворенного кислорода и быть свободной от вредных для рыб веществ.

**§ 190.** В России в дореволюционное время нормы для сточных воды были установлены Медицинским советом при министерстве внутренних дел в 1910 году, которые таковы:

1. Сточные воды не должны содержать ядовитых веществ.

2. Сточные воды некоторых специальных промышленных заведений (кожевенные заводы, шерстомойки, тряпкомойки и т. п.) должны быть освобождены от заразных начал.

3. Сточные воды не должны содержать взвешенных веществ более определенного предела, установленного в зависимости от местных условий, но, во всяком случае, не свыше 40 миллигр. на 1 литр воды.

4. Температура сточных вод при впадении их в общественные

водоемы не должна превышать 30°—40°С (24°—32°R), в зависимости от местных условий.

5. Сточные воды не должны иметь резко выраженной кислой или щелочной реакции.

6. Сточные воды не должны иметь гнилостного, фекального или иного определенного запаха.

7. Сточные воды не должны иметь какой-либо определенной окраски, обуславливаемой неполным удалением красящих веществ, применяемых в различных производствах.

8. Сточные воды не должны иметь ни во время поступления в водоем, ни после выемки пробы, ни при стоянии ее в сосуде пленок, состоящих из жиров и масел животного или растительного происхождения и особенно из нефти, ее продуктов и других углеводов.

9. Сточные воды ни сами по себе, ни при разбавлении обыкновенной водою не должны загнивать в закрытом сосуде в течение недели при температуре 20°С (17°R).

10. Сточные воды не должны изменять к худшему в санитарном отношении химический состав и физические свойства воды тех водоемов, в которые они отводятся, и не должны вызывать заметных изменений в фауне и флоре этих водоемов.

§ 191. Что касается вредности тех газов, которые могут выделяться при загнивании сточных вод, т. е. при биологических процессах, происходящих в них, то никаких норм в данном случае не установлено. По указаниям Штауба (153) при уменьшении кислорода в воздухе до 10% в значительной степени затрудняется дыхание, а при 6% кислорода является опасность для жизни человека. Однако, примесь малых количеств вредных газов в воздухе сильно влияет на организм человека. Объясняется это тем, что человек вдыхает значительные количества воздуха и в результате малейшие вредные примеси вредных газов будут суммироваться до значительных количеств. В этом отношении самым опасным является сероводород ( $H_2S$ ). Он раздражает слизистые оболочки, вызывает рвоту, отнимает от крови кислород и потому производит удушье. По указаниям того же исследователя, пребывание человека в атмосфере, заключающей сероводорода 0,6 ч. на 1000 ч., считается опасным, 0,7—0,8 ч. вызывает тяжелое заболевание, а 1,0—1,5 ч. причиняет смерть. При очистке ям и т. п. необходимо иметь в виду, что сероводород, подобно угольной кисл., занимает самые низкие места, так как он в 2,3 раза тяжелее воздуха. На открытом воздухе сероводород разлагается кислородом. Аммиак ( $NH_3$ ) при 0,5 ч. его на 1000 ч. раздражает слизистые оболочки. Метан ( $CH_4$ ) при содержании 200 ч. на 1000 вызывает головокружение. При наличии угольной кисл. 10 ч. на 1000 ч. человек чувствует себя плохо; но опасность удушья возникает при наличии 250 ч. на 1000 ч.

§ 192. В России еще в 1910 г. была образована специальная комиссия из представителей Киевского отделения Технического общества, Всероссийского общества сахарозаводчиков, Врачебной инспекции Юго-Западного края, которой, под председательством проф. Бунге, были выработаны следующие основные положения по вопросу об очистке сточных вод сахарных заводов:

1. Вода, спускаемая из мойки, должна быть, при впуске ее в общественные водоемы, очищаема при посредстве отстойников, сит и других механических приспособлений—по выбору заводууправле-

ния—от примесей частей бураков. Если же для мойки употребляется вода из диффузии, или же одна и та же вода служит для мойки в течение нескольких дней, то такая вода, при выпуске ее из завода в общественные водоемы, должна подчиняться тем же правилам для очистки вод, как и диффузионная.

2. Впуск конденсационной воды допускается в ближайšie общественные водоемистанция; что же касается до температуры конденсационной воды при впуске ее в водоемы, то комиссия пришла к заключению, что охлаждение конденсационной воды до температуры  $+20^{\circ}\text{C}$  для сахарных заводов, при современных условиях, практически не всегда достижимо и подлежит особому опытному исследованию в будущем.

3. Диффузионные воды требуют предварительного обезвреживания перед впуском в общественные водоемы.

4. Воду, промывающую углекислоту, получающуюся в генераторных печах, отапливаемых дровами, причислить к водам, допускаемым к спуску в водоемы. Воду же, промывающую углекислый газ, получающийя другими способами, считать недопустимой к спуску в водоемы без предварительной очистки.

5. Воды косточкальные, воды промывные с косточугольных фильтров, сепарационные, осозные и воды из жомовых ям считать недопускаемыми к спуску в реки и в другие общественные водоемы без предварительной их очистки и обезвреживания.

6. В виду того, что комиссия признала возможным допустить моечные и конденсационные воды к спуску в общественные водоемы, количество остальных вод уже незначительно, и площадь под поля орошения может быть значительно уменьшена. Поэтому комиссия в особенности рекомендует стремиться к уменьшению диффузионных вод.

7. Комиссия единогласно высказалась, что из всех существующих способов очистки и обезвреживания сточных вод наилучшим следует признать правильно устроенные, правильно эксплуатируемые, при соответственной почве, поля орошения, а потому комиссия рекомендует этот способ к наибольшему распространению. В тех же случаях, когда на заводе уже существует какой-либо иной способ очистки сточных вод, или где устройство полей орошения по той или иной причине неудобноприменимо, на случай предъявления к заводу требований подлежащим ведомством или судебным учреждением, имеющая образоваться комиссия об обезвреживании сточных вод, в каждом отдельном случае, должна представить, куда следует, свои заключения о способе, уже действующем на заводе, или рекомендовать иной способ для данного случая.

§ 193. С целью очищения диффузионной воды в настоящее время на большинстве русских сахарных заводов таковая выкачивается на, так наз., „поля орошения“. В доказательство этого возможно сослаться на статистические данные Толпыгина (154) за 1913-1914 г., из которых явствует, что из 126 сахарных заводов, подавших сведения, на 84 сахарных заводах очистка диффузионной воды производилась при посредстве полей орошения. Благоприятные результаты, достигаемые при биологической очистке сточных вод сахарных заводов посредством полей орошения, имеют под собою опытные и теоретические основания. Как известно, на полях орошения одновременно осуществляются три рода процессов: во-первых, механический, при котором происходит удержание почвой взвешенных веществ, в воде

не растворимых веществ, т. е. используется фильтрующая способность почвы; во-вторых, химический, при котором составные части сточной воды входят в химическое взаимодействие с составными частями почвы, т. е. используется поглощительная способность почвы; в-третьих, биологический, при котором происходит разложение составных частей сточной воды за счет жизнедеятельности микроорганизмов, находящихся в почве.

В результате сточные воды, очищенные на полях орошения, протекают до водонепроницаемого слоя подпочвы, смешиваются там с чистыми подпочвенными водами и вместе с ними уходят в водоем-створща, отнюдь не загрязняя их. Для суждения о том, насколько совершенно очищаются сточные воды сахарных заводов на полях орошения, уместно привести результаты анализов, произведенных Сляским (155) проб сточных вод до и после полей орошения на одном русском сахарном заводе (см. табл. CXLV):

Таблица CXLV.

В 1 литре воды веществ, выраженных в миллиграмм.	Воды диффузион., жомовые, костокал.	Воды те же после очистки на полях орошения.	Удалено миллигр.	Удалено %.
Взвешенных веществ . . . . .	616,0	11,8	604,2	98,1
Сухого остатка в профильтрованной воде . . . . .	2723,3	368,0	2355,3	86,5
Потеря при прокаливании взвешенных веществ . . . . .	414,4	6,2	408,2	98,5
Потеря при прокаливании сухого остатка в профильтрованной воде . . . . .	2150,6	96,3	2054,3	95,5
Орг. вещества, выраженные $KMnO_4$	144901,0	64,74	144836,00	99,9
Аммиака . . . . .	15,0	0,35	14,65	97,7
Азотистой кислоты . . . . .	1,79	0,0	1,79	100,0
Азотной кислоты . . . . .	8,0	0,4	7,6	95,0

Teubert (156) произвел анализ проб сточных вод до и после полей орошения на одном немецком сахарном заводе, причем получил также результаты (см. табл. CXLVI):

Таблица CXLVI.

В 1 литре воды веществ, выраженных в миллиграмм.	Воды диффузион., жомовые, костокал.	Воды те же после полей орошения.	Удалено миллигр.	Удалено %.
Взвешенных веществ . . . . .	1763,0	31,0	1732,0	98,2
Сухого остатка в профильтрованной воде . . . . .	2633,0	663,0	194,0	73,7
Потеря при прокаливании взвешенных веществ . . . . .	—	—	—	—
Потеря при прокаливании сухого остатка в профильтрованной воде . . . . .	483,0	51,0	432,	89,5
Орг. вещества, выраженные в $KMnO_4$	1251,0	19,0	1232,0	98,5
Аммиака . . . . .	14,0	0,8	13,2	94,3
Азотистой кислоты . . . . .	11,6	2,5	9,1	78,5
Азотной кислоты . . . . .	0,02	0,01	0,01	50,0

В том и другом случае вода после очистки была прозрачная бесцветная, без запаха.

**§ 194.** Для успешного действия полей орошения в отношении очистки сточных вод необходимо, чтобы почва их была надлежащих физических свойств и имела соответствующий химический состав. Минеральная часть почвы состоит из продуктов разрушения горных пород, а именно: окиси калия, натрия, кальция, магния, окиси и закиси железа, окиси алюминия и кислот соляной, серной, азотной, фосфорной, угольной, кремневой и др. Органическая часть почвы состоит из претерпевших различные фазы разложения остатков животных и растений.

Минеральная часть почвы трудно растворима в воде, и всего только 0,02%—0,25%; она лучше растворяется в воде, содержащей угольную кислоту. Минеральная часть почвы сравнительно хорошо растворима в крепких неорганических кислотах при нагревании (до 25%).

Состав органической части почвы, в сущности говоря, до сих пор почти не установлен; она состоит из веществ кислотного характера, напр., гуминовая кислота, и веществ нейтрального характера, напр., гумины. В черноземной почве содержится около 10% органических веществ, в суглинистой около 3% и в песчаной около 0,5%.

По физическому строению и химическому составу почвы различаются: песчаные, глинистые, суглинистые, черноземные, торфяные.

Песчаные почвы хорошо проницаемы для воздуха, вследствие чего органические вещества, попавшие в них, быстро разлагаются.

Глинистые почвы мало проницаемы для воды и воздуха, благодаря чему органические вещества, попавшие в них, медленно разлагаются.

Суглинистые почвы по своим свойствам представляют собой нечто среднее между песком и глиною.

В черноземных почвах, благодаря наличию в них перегноя (около 10%), выравниваются свойства рассмотренных основных почв; вследствие черного окрашивания этих почв, они отличаются большим восприимчивым солнечной теплоты; присутствие перегноя в этих почвах обуславливает большую способность впитывания ими влаги и меньшую способность отдачи поглощенной влаги.

Торфяные почвы содержат значительное количество воды и в них, вследствие малого содержания почвенного воздуха, процессы окисления идут очень медленно; в этих почвах всегда имеются свободные кислоты органического характера.

**§ 195.** При откачивании воды на поверхность почвы, часть ее испаряется, часть ее просачивается вглубь почвы и движется между частицами ее, пока не достигнет водонепроницаемого слоя. Следствием вышеизложенного будет то, что в верхних слоях почвы остаются, как на фильтре, взвешенные частицы, содержащиеся в сточных водах, и бактерии. Таким образом, первоначально действие почвы на поступающие сточные воды будет чисто механическое—фильтрация. Конечно, фильтрацией через почву устраняются из сточных вод только одни взвешенные вещества, тогда как растворенные вещества остаются в воде в неизменном виде.

**§ 196.** В настоящее время неопровержимо доказано, что процесс разложения органических веществ вызывается жизнедеятельностью микроорганизмов. При этом процессе восстановления сложных органических веществ вызывается одною группою микроорганизмов, так наз., „анаэробами“, а процесс окисления органических веществ вызывается другою группою микроорганизмов, так наз., „аэробами“. Резкое физиологическое различие первых микроорганизмов от вторых заключается в том, что первые живут без кислорода воздуха и берут

для своей жизнедеятельности кислород от органических соединений. а вторые могут жить только в присутствии кислорода воздуха. В зависимости от того, какие органические вещества разлагают бактерии, последние носят еще особые названия. Так, напр., азотистые вещества разлагаются „нитробактериями“, причем бактерии, разлагающие азотистые органические вещества до образования азотистой кислоты, называются „нитритными“ бактериями, в отличие от „нитратных“ бактерий, разлагающих те же вещества до азотной кислоты. Первые бактерий—„аэробы“, вторые—„анаэробы“. Существуют „серные“, которые разлагают серусодержащие органические вещества с образованием сероводорода.

Одни бактерии живут в поверхностных слоях почвы (аэробы), другие в глубинных слоях ее (анаэробы). Для жизнедеятельности бактерий необходима влага, в количестве, не мешающем вентиляции почвы, и тепло, причем наиболее благоприятной температурой является  $35^{\circ}\text{C}$ ; зимою при охлаждении почвы от холода до  $+5^{\circ}\text{C}$ , и летом при нагревании почвы солнцем до  $+50^{\circ}\text{C}$ , жизнедеятельность бактерий приостанавливается.

§ 197. Как известно, почва обладает поглотительной способностью, основанной на химических процессах. Роль поглотителей играют перегной и цеолиты, из которых последние представляют собою водные силикаты, состоящие из кремневой кислоты, глинозема, воды и окисей кальция, магния и калия. Почвою могут поглощаться и основания, и кислоты; поглощение является следствием реакций замещения или обмена, при которых получаются, в виде осадков, нерастворимые соединения, остающиеся в толще почвы. Несомненно, что сточные воды сахарных заводов вступают своими составными частями в обменные реакции с составными частями почвы, причем свободные кислоты, содержащиеся в этих водах, нейтрализуются основаниями почвы. Необходимо иметь в виду, что почвенный воздух отличается большим содержанием угольной кислоты, а именно в загрязненной почве содержание угольной кислоты в почвенном воздухе бывает нередко до 50%. Количество угольной кислоты в почвенном воздухе увеличивается с повышением температуры и влажности почвы. При прохождении воды через слой почвы, она насыщается угольной кислотой, и вследствие чего приобретает способность растворять углекислые и фосфорнокислые соли извести, разлагать силикаты. Отсюда вытекает, как следствие, что при прохождении сточных вод через толщу почвы, изменяется их химический состав.

Опытами установлено, что поглотительная способность почвы зависит от ряда факторов:

Во-первых, от концентрации раствора, при чем из крепких растворов почва поглощает абсолютно больше, но относительно меньше, чем из слабых. Во-вторых, от количества почвы, приведенной в соприкосновение с раствором. В-третьих, поглощение увеличивается, если раствор периодически приходит в соприкосновение с почвой. В-четвертых, от продолжительности соприкосновения раствора с почвою и от температуры раствора и почвы.

§ 198. Итак, для достижения положительных результатов очищения сточных вод при посредстве почвы, т. е. полей орошения, необходимо создать благоприятные условия, для происходящих в данном случае процессов механического, биологического и химического характера.

Почва должна быть достаточно пориста для того, чтобы через

поры ее могла просачиваться вода, приходя в соприкосновение с почвенным воздухом. Желательна известная связность почвы, обуславливаемая наличием в ней некоторых количеств глины или перегноя, которые, с одной стороны, представляют опору для прикрепления коллоид микроорганизмов, а, с другой стороны, несколько понижают скорость фильтрации воды через почву, что способствует более продолжительному воздействию на нее микроорганизмов и обуславливает более полное совершение химических реакций. В этом отношении песчаные, и особенно каменистые почвы, мало пригодны для устройства на них полей орошения.

Почвы болотистые и торфянистые также непригодны для этой цели, так как они содержат очень много воды и мало почвенного воздуха, благодаря чему они слабее поглощают составные части сточных вод, и, кроме того, наличие в них свободных органических кислот вредно отражается на жизнедеятельности бактерий. Почвы глинистые также признаются малопригодными для указанной цели, так как они обладают малой пористостью и большой влагоемкостью. Поглотив некоторое количество воды, глина разбухает и становится совершенно непроницаемой для остальной части воды. Потеряв некоторое количество воды, глина уменьшается в объеме и трескается. В результате, сточная вода, будучи выкачена на такое поле орошения, быстро проникает по образовавшимся трещинам внутрь почвы, не подвергаясь на пути ни физическим, ни химическим, ни биологическим процессам, а потому почти в неизменном виде достигает водонепроницаемого слоя подпочвы, и, как таковая, смешивается с подпочвенной водой.

**§ 199.** Особенность полей орошения при сахарных заводах состоит в том, что они используются осенью и зимою, когда приостанавливается жизнедеятельность растений и микроорганизмов и только в сентябре месяце еще те и другие принимают участие в очищении сточных вод. Благодаря тому, что сточные воды поступают на поля орошения при сравнительно высокой температуре, они не замерзают в морозы. Таким образом, поля орошения при сахарных заводах используются осенью и зимою исключительно с целью фильтрации через почву сточных вод, причем взвешенные вещества органического характера накапливаются в верхних слоях почвы, где остаются почти в неизменном виде до весны, когда совместным действием влаги, тепла, воздуха, а также, благодаря жизнедеятельности растений и бактерий, эти вещества сравнительно быстро разлагаются и усваиваются растениями, которые обычно с весны культивируются на полях орошения при сахарных заводах. В результате фильтрация через почву сточных вод на сахарных заводах может быть рассматриваема, как один из способов удобрения почвы, путем орошения ее („иригация“).

**§ 200.** В итоге следует признать, что наиболее пригодной почвой для устройства полей орошения является черноземная, суглинистая или черноземная супесчаная почва с низким стоянием грунтовых вод.

Площадь почвы, занимаемой полем орошения, должна быть соответствующих размеров, а поверхность почвы должна быть надлежащим образом подготовлена. Поле орошения надлежит разделить на участки, которые следует поочередно заливать сточными водами.

Весною почву полей орошения необходимо вспахивать и засеивать для восстановления ее фильтрующей и поглощающей способности,

а также для ассимиляции веществ, отложившихся в ней при очистке сточных вод.

Надо признать нерациональным спуск сточных вод на дуга и торфяники,

**§ 201.** При устройстве полей орошения при сахарном заводе прежде всего возникает вопрос о той площади земли, которая должна быть отведена под них для правильного функционирования ирригации. Как известно, последнее зависит от целого ряда факторов, из которых существенные таковы:

- 1) От количества воды, которое должно быть поглощено в сутки.
- 2) От качества почвы и ее подпочвы.
- 3) От расстояния уровня подпочвенной воды от поверхности почвы.
- 4) От концентрации и химического состава сточной воды, а также от температуры ее.
- 5) От высоты столба воды над поверхностью почвы.
- 6) От скорости течения воды по поглощающим каналам.
- 7) От количества атмосферных осадков и от температуры воздуха.
- 8) От способа подготовки почвы для устройства полей орошения.

**§ 202.** Главным условием успешной работы естественного фильтра, роль которого на полях орошения играет почва, необходимо, чтобы последняя обладала достаточной порозностью для пропускания в глубь ее воды и почвенного воздуха. Скорость движения воды в почве весьма невелика и находится в зависимости от влажности почвы, которая в свою очередь обуславливается родом почвы, напр., влажность глинистой почвы 50%, а перегнойной почвы 70%. Верхние слои почвы имеют влагоемкость большую, чем нижние, напр., влагоемкость почвы на глубине 50 сант. была 50%, а на глубине 150 сант. была 25%.

Из вышеприведенного явствует, что при фильтрации воды через почву просачивание воды из верхнего слоя ее в нижний наступит лишь после насыщения водою верхнего слоя. Таким образом, при фильтрации воды через почву необходимо установить приток воды, достаточный для насыщения поверхностных слоев, а для этого следует покрыть фильтрующий участок большим или меньшим слоем сточной воды, в зависимости от водопроницаемости почвы. Лучшей почвой в смысле водопроницаемости является песчаная; но, с точки зрения очищения сточных вод, лучшей почвой является черноземная суглинистая, или черноземная супесчаная, которая в достаточной мере водопроницаема и в то же время обеспечивает очищение при посредстве химических и биологических процессов.

Водопроницаемость почвы характеризуется скоростью фильтрации через нее воды. Возникает вопрос, какая скорость фильтрации почвы допустима в практике без вреда для получения хорошего эффекта очистки сточной воды. При определении скорости фильтрации воды через почву надо учитывать высоту слоя стоящей воды над поверхностью почвы.

Васильев (157) производил опытные наблюдения над скоростью фильтрации сточных вод сахарных заводов через почвы разных родов, и получил такие данные: при заливке 370 кв. саж. супесчаной черноземной почвы при высоте стояния воды в среднем 1 фут было профильтровано в сутки 33744 ведра, что составляет на 1 кв. саж. в сутки 91,2 ведер, и соответствует скорости фильтрации воды 0,4 дюйма, или 10,2 милл. в 1 час.

При заливке 544 кв. саж. глинистой почвы при высоте стояния воды в среднем 2 фута было профильтровано в сутки 39549 ведер, что составит на 1 кв. саж. в 1 сутки 72,7 ведра и соответствует скорости фильтрации воды 0,31 дюйма, или 7,9 милл. в 1 час.

После непрерывного фильтрования в течение 20—25 суток приток воды прекращался, и тогда оказалось, что она входила в почву через 4 суток, и это соответствовало скорости фильтрации воды 0,125 дюйма, или 3,1 милл.

Из этих данных видно, насколько ослабевает фильтрующая способность почвы после продолжительной фильтрации, вследствие засорения свободных пространств между частицами земли.

На основании своих наблюдений названный исследователь приходит к заключению, что при проектировании полей орошения возможно принимать в худших случаях, т. е. при почвах глинистых, скорость фильтрации воды 0,25 дюйма (6,4 милл.) в 1 час, или, что то же, 2,8 ведра в 1 час на 1 кв. саж., и в лучших случаях, т. е. при почвах черноземных—0,5 дюйма (12,5 милл.) в 1 час, или, что то же, 5,6 ведра в 1 час на 1 кв. саж., при чем в том и другом случае высота столба фильтруемой воды от 0,5 фута до 1 дюйма.

На основании этих данных нетрудно определить, какое количество сточной воды может быть профильтровано, напр., через черноземную почву. Принимая во внимание, что слой воды в 1 милл. соответствует 1,128 куб. саж., или 890,75 ведам на десятину, а потому при указанных выше условиях будет профильтровано через почву воды в 1 час. =  $890,75 \times 12,5 = 11134$  ведра, или 267216 ведер в 1 сутки.

Так как фильтрация должна быть перемежающейся, и она происходит в начале и в конце работы под давлением ниже принятого среднего, а, следовательно, и более замедленно, то в общем через 1 десятину почвы будет профильтровано только 25% указанного количества воды, т. е.  $\frac{267216 \times 25}{100} = 64300$  ведер в 1 сутки.

При суглинистой почве через 1 десятину в сутки может быть профильтровано воды 34200 ведер.

В случае, если вода не будет покрывать слоем определенной высоты всю поверхность почвы и будет распределяться и течь по многочисленным бороздкам на поверхности почвы, то в этом случае по опытным наблюдениям Сиверцова (158) оказывается, что при перемежающемся способе заливки почвы, при котором заливка производилась 7 суток и прекращалась также на 7 суток, 1 десятинка супесчаного чернозема поглощает в среднем в сутки:

в 1-ю неделю . . . . .	331.600 ведер
„ 3-ю „ . . . . .	221.000 „
„ 5-ю „ . . . . .	94.000 „

При непрерывной заливке почвы, по которой вода распределяется и течет по бороздкам, в течение 17 суток выкачивали 142.100 ведер воды, по истечении какового времени почва перестала поглощать воду и последняя стала выступать из бороздок.

Вышеприведенные данные подтверждают большую способность фильтрации супесчано-черноземной почвы, но едва ли могут быть положены в основу проектирования полей орошения при определении их размеров в зависимости от суточной производительности сахарного завода, так как не всегда могут быть столь благоприятные

почвенные условия. Действительно, если предположим, что максимальное количество диффузионной воды, подлежащей выкачиванию на поле орошения, будет составлять 200% по весу свеклы (125% диффузионной, 25%—прессовой, 25%—жомовой и 25%—отстойной), то на заводе, перерабатывающем в сутки 4000 берк. свеклы, сточных вод этих категорий будет получаться в сутки:  $\frac{4000 \times 12 \times 200 \times 40}{100 \times 30} =$

$= 128.000$  ведер. Для этого количества воды требуется иметь площадь поля орошения, согласно данным Васильева:

при черноземной почве  $\frac{128000}{64300} \approx 2$  десятии

при суглинистой почве  $\frac{128000}{34200} \approx 4$  десятины.

Слякский (159) на основании своих многочисленных опытных данных, полученных при проектировании полей орошения, предлагает следующие нормы для размеров полей орошения в зависимости от суточной производительности завода и от рода почвы, предполагая, что количество сточных вод, подлежащих очищению на полях орошения, составляет 220% по весу перерабатываемой свеклы:

Переработка завода берк. в сутки.	Количество сточной воды ведер в сутки.	Площадь полей орошения в десятинах.
2000	70.400	от 8—16
2500	88.000	„ 10—20
3000	105.600	„ 12—24
4000	140.800	„ 16—30

Меньшие числа относятся к супесчано-черноземной почве, а большие—к суглинистой почве. К полям орошения с значительным уклоном, с неровностями, при продолжительном производстве выше приведенные нормы могут быть применены с поправками в сторону увеличения площади их.

**§ 203.** Сахарные заводы начинают свою работу в теплые, сухие осенние месяцы, продолжают ее в дождливые месяцы и оканчивают в морозные месяцы.

Состояние почвенного слоя в эти следующие друг за другом, периоды работы завода, весьма различно. В солнечные сентябрьские дни почва жадно всасывает воду, и насыщенный водою поверхностный слой почвы, под влиянием тепла и ветра, быстро испаряет воду; в ноябрьские дождливые дни необходимо употребить некоторое усилие в виде столба воды, чтобы заставить ее проникнуть внутрь почвы, так как рассчитывать на испарение воды, благодаря полной насыщенности воздуха влагою, нельзя; в декабрьские морозные дни приходится озаботиться о том, чтобы предохранить фильтрующий слой почвы от замерзания. Из этого становится очевидно, что отведенный под поле орошения участок земли необходимо подготовить тройким способом: бороздками, площадками и бассейнами.

**§ 204.** При наличии полей горизонтальных или полей с уклоном не более 20° для заливки их сточными водами применяют способ ирригации „бороздками“.

При подготовке почвы к устройству поля орошения бороздками, прежде всего необходимо ее всахать глубоко, вершков на 8, специальным плугом Сакка, потом пробороновать, чтобы разбить слишком крупные куски земли, и, наконец, провести плугом или окучником бороздки. Бороздки следует проводить параллельно друг другу и по

направлению наименьшего уклона поля. Расстояние между двумя соседними бороздками должно быть от  $\frac{3}{4}$  арш. до  $1\frac{1}{2}$  арш., притом в зависимости от поглощательной способности почвы. На суглинистых почвах расстояние между бороздками делается меньше, напр.,  $\frac{3}{4}$  арш. и на супесчано-черноземной— больше, напр.  $1\frac{1}{2}$  арш. Глубина бороздок бывает около 8 вершков, а длина их зависит от местных условий и бывает около нескольких десятков сажень. Эти бороздки соединяются с распределительными канавами, идущими перпендикулярно к бороздкам, которые в свою очередь соединяются с магистральным каналом, идущим перпендикулярно распределительным канавам и проведенным по самой высокой горизонтали поля; этот канал по своей длине снабжен несколькими шлюзами; открывая поочередно каждый из них, возможно направить воду в ту или иную распределительную канаву. Вода из распределительной канавы через выемки в ее валике поступает в вспомогательную канавку, идущую параллельно распределительной канаве, перпендикулярную бороздкам и пересыпанную по длине в некоторых местах землю, а из нее вода уже попадает в бороздки. Таким образом, каждая одна струя воды из распределительной канавы разбивается в вспомогательной канавке на 20 струй, соответствующих такому же числу бороздок. Приток воды в распределительной канаве регулируется шлюзом в магистральном канале, а приток воды в бороздки регулируется расширением или сужением выемок в валике распределительной канавы, через которые вода поступает в вспомогательные канавки, находящиеся в соединении с бороздками. Когда вода начинает выступать через край бороздок, что указывает на насыщение почвы водою, тогда прекращается приток воды в такую группу бороздок и направляют воду в смежную группу бороздок. Обычно поле орошения делится на то или иное число участков, в зависимости от топографических условий, причем каждый участок имеет свою распределительную канаву, примыкающую к магистральному каналу, из которой, при посредстве вспомогательных канавок, заливаются все бороздки данного участка. При впуске воды в бороздки следует обращать внимание на то, чтобы скорость притока воды не была очень велика, в виду того, что может произойти размывка бороздок и вода из них может хлынуть ручьями по направлению наибольшего уклона поля. Конечно, скорость притока воды возможно уменьшить, направляя ее сразу в большее число бороздок. Для правильного функционирования поля орошения необходимо заливать поочередно бороздки отдельных участков, избегая, однако, полного насыщения почвы их. В течение кампании все участки можно вводить в сферу действия по несколько раз, имея в виду, что составные части сточных вод являются удобрительным туком, а потому таковой надлежит распределять равномерно по всей площади поля орошения.

**§ 205.** При наличии полей с уклоном более  $20^\circ$  и с неровною поверхностью для заливки их сточными водами применяют способ ирригации „серпентинами“. В этом случае канавки проводят перпендикулярно к наибольшему уклону поля по горизонтали, причем канавки эти соединяются поочередно друг с другом и образуют, таким образом, одну непрерывную извивающуюся канавку— „серпентин“; поперечные канавки, соединяющие поочередно горизонтальные, должны быть проведены по линиям естественного уклона поля. Первая канавка, проведенная в самой возвышенной части поля, соединяется поперечной канавкой с магистральным каналом. После поднятия

шлюза, вода протекает из магистрального канала в первую канавку, отчасти поглощается в ней, а излишек ее течет в нижележащую канаву и т. д., вплоть до последней канавки, лежащей в менее возвышенной части поля. Ниже этой последней канавки прорывают предохранительный канал глубиной 1—1½ арш. и 4—6 арш. шириною, где могла бы задержаться вода, переливающаяся из последней бороздки, вследствие неаккуратности рабочих. Дно канавок разрыхляют лопатой с целью увеличения поглощения ими воды. Размеры канавок зависят от уклона поля и рода его почвы. На некоторых заводах канавки делают шириною 16 вершков и глубиною 8 вершк., проводя их плугом; что касается расстояния между соседними канавками, то оно бывает от 2-х до 4-х арш. Когда устройство канавок обходится сравнительно дорого, тогда их используют и в следующие производства, причем надо иметь в виду, что канавки со временем утрачивают свою поглощательную способность, а это влечет за собою увеличение площади полей орошения с каждым годом. Серпентинная система орошения, представляющая собою одно целое, называется секцией. Обычно поле разбивается на несколько таких секций, из которых каждая работает поочередно. Иногда в самой возвышенной части поля вырывают в земле яму, вмещающую все количество сточных вод за смену (12 часов), куда ночью насос накачивает воду и отсюда днем рабочий выпускает ее в серпентины.

§ 206. При наличии полей с очень большим уклоном, но с ровной поверхностью, для заливки их сточными водами применяют способ ирригации „каскадами“. В этом случае канавки проводят перпендикулярно к уклону поля по горизонталям, более или менее на равных расстояниях друг от друга. Канавки друг с другом не соединяются, т. е. каждая из них является самостоятельной. Землю при вырывании канавки выбрасывают на сторону уклона поля, причем образуется земляной валик. Заливку производят так, что после поднятия шлюза в канаве, соединяющий магистральный канал с канавкой, лежащей в верхней части поля, вода поступает в эту последнюю, где и она поглощается. Когда, наконец, вода в этой канавке перестает поглощаться, тогда она переливается через земляной валик, разливается по поверхности почвы между этой и нижележащей канавкой и достигает последней, где постепенно собирается и т. д. В самой нижней части поля устраивается предохранительный канал с целью задержать воду, которая может быть вынуждена по недосмотру рабочих. Размеры канавки зависят от уклона почвы и от рода ее. При небольших уклонах устраиваются канавки шириною 12 вершк. и глубиною 8 вершк.; что касается расстояния между соседними канавками, то оно бывает от 3-х до 6-ти вершк. Если уклон поля более значительный, а почва его обладает меньшей поглощающей способностью, то канавки делают шире и глубже, а расстояние между ними увеличивается, причем вода из канавки в канавку переливается при посредстве гончарных труб или деревянных желобов.

Почва между канавками должна быть глубоко вспахана. Дно канавок взрыхляется лопатой. В этом случае поле тоже делится на несколько секций, которые заливаются сточной водой поочередно.

В случае значительных размеров канавок прорывание их обходится значительно дороже, а потому они остаются на следующее производство.

§ 207. В случае применения способа ирригации „площадками“, при выборе места под поле орошения следует предпочесть то, которое может быть разработано под площадки, расположенные террасообразно. Сторона каждой площадки, непосредственно примыкающей к ниже лежащей площадке, ограждается земляным валом, высотой  $\frac{3}{4}$ —1 арш. и шириною у основания  $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$  арш.; гребешок вала нижней площадки находится на уровне дна верхней площадки. В целях укрепления валов их засеивают травами с сильно разветвляющимися корнями. Дно площадки должно быть вспахано плугом на глубину 8 вершк. и хорошо спланировано, т. е. строго горизонтально, чтобы поступившая на площадку вода покрывала дно слоем одинаковой высоты. Площадки следует делать таких размеров, чтобы в них можно было свободно работать плугом, не разрушая ограничивающих площадку валов. Размеры площадки колеблются от 100 кв. саж. до 300 кв. саж. В вал площадки на высоте около 1 фута над дном площадки вставляется гончарная труба, при посредстве которой вода из данной площадки, после насыщения ею почвы, переливается в следующую площадку. Необходимо иметь 3—4 группы (секции) таких площадок для того, чтобы, когда в одной поступает сточная вода, в других происходило бы впитывание ее и в третьих совершалось бы подсушивание почвы. Конечно, число площадок при определенных размерах находится в зависимости от количества сточных вод, подлежащих отстаиванию в них, т. е. от суточной переработки завода. В первый год дно площадки следует вспахать и заборонить; в следующие годы, если на площадках производится посев свеклы, эта обработка излишня, так как вода проникает хорошо в почву при посредстве ямок, оставшихся после выкопанной свеклы.

Если участок земли, отведенный под поле орошения горизонтален, тогда разбивают его на ряд площадок, которые ограничиваются валами, и заполняют их водою по очереди из рештаков, проложенных по валам.

Выше было указано, что в дождливые осенние месяцы орошение поля бороздками может происходить не вполне успешно, а потому весьма желательно на таком поле иметь несколько каскадных или горизонтальных площадок, в которых сточная вода стоит на уровне до 1 фута, т. е. фильтрация ее через почву происходит под некоторым давлением, что, конечно, обуславливает большую скорость фильтрации воды.

§ 208. В зимнее время, и особенно в морозные дни, почва промерзает и делается настолько водонепроницаемой, что фильтрация через нее сточной воды не только при посредстве бороздок, но и площадок становится весьма затруднительной, чтобы не сказать невозможной. Некоторые почвы при морозе  $12^{\circ}$ — $15^{\circ}$ R делаются настолько водонепроницаемыми, что теплая сточная вода, пущенная по бороздкам, не всасываясь, проходит большие расстояния, причем значительная часть этой воды превращается на своем пути в лед. В этом случае применяется способ ирригации „бассейнами“. Устройство бассейнов таково же, как и площадок, но только ограждающие их валы лишь более высоки и более широки, чтобы они могли противостоять напору относительно высокого столба воды, который иногда достигает  $1\frac{1}{2}$  арш. Вследствие того, что вода в бассейне стоит слоем значительной толщины, она замерзает только с поверхности. Конечно, фильтрация воды через почву в таких бассейнах совершается сравнительно успешно потому, что она происходит под напором высокого

стоаба воды. Число таких бассейнов обычно бывает не менее двух, и они наполняются сточною водою поочередно. На дне таких бассейнов отлагается толстым слоем значительное количество осадка, который весной должен быть удален, так как с наступлением теплых весенних дней этот осадок пачинает загнивать, причем из него выделяются зловонные газы (сероводород и пр.).

**§ 209.** При устройстве поля орошения надо стремиться занять возможно меньше места под дамбы и каналы, а также следует всемерно избегать значительных повреждений пахатного слоя почвы; в этом отношении наиболее целесообразным является способ ирригации бороздками.

Как известно, для ясного представления о виде поверхности участка поля, подлежащего под отвод для поля орошения сточными водами, необходимо произвести нивелировку его с тем, чтобы получить план с, так наз., горизонталями. Тогда при взгляде на этот план явно определятся те пункты, с которых вода может двигаться в разные стороны; эти пункты принадлежат к самым высоким. Ряд их составляет линию водораздела. Эта линия разделяет участок на части: вода по одну сторону водораздела течет в одном направлении, а по другую сторону его течет в противоположном направлении. Магистральный канал должен идти по линии водораздела поля, причем так, чтобы вода, посредством этого канала, могла быть подана на каждое обособленное возвышенное место поля, с которого вода направляется по распределительной канаве, а из нее в бороздки, расположенные по склону участка. Ошибка, допущенная при выборе направления магистрального канала, ведет к тому, что часть отведенной площади поля может оказаться вне орошения водою. Конечно, в зависимости от топографических условий местности иногда приходится проводить не один, а целую сеть магистральных каналов.

Магистральный канал должен удовлетворять следующим требованиям:

Во-первых, доставлять воду в распределительные каналы, проведенные в разных местах поля орошения.

Во-вторых, играть роль отстойника, так как в нем осаждаются части взвешенных веществ, находящихся в сточной воде.

В-третьих, прикрыванием шлюзами, которыми обычно снабжен этот канал, возможно произвольно поднимать уровень воды в нем и заливать возвышенные участки поля.

В-четвертых, имеет значение запасного бассейна на случай, если в какой-либо секции поля собирается излишек воды, то ее можно направить в нижние отделения канала, пока последующая секция не будет подготовлена к заливке водою.

Обычно как сам магистральный канал, так и его разветвления, роятся в земле. Однако, если по условиям местности необходимо, то стенки его образуют из насыпных валов, или же его проводят по гребню насыпного вала. Величина магистральных каналов различна, и она колеблется от 2 арш. до 6 арш. в зависимости от количества протекающей через него воды. Боса канала делаются с нормальным для данного грунта откосом, чтобы земля не обваливалась и не запруживала канал. Выбранная из канала земля используется для насыпки охранного вала. Для достижения возможности заливания водою поочередно секций поля и в целях произвольного увеличения уровня воды в магистральном канале, в нем устанавливается ряд шлюзов, помещенных между каменными стенками или укрепленных на дере-

вянных сваях. Если, вследствие неровности поверхности поля, магистральный канал нельзя провести по горизонтали, то его делают уступами; в этом случае вода течет по каналу каскадами из верхних в нижние отделения его, причем, в местах падения воды, дно канала должно быть покрыто досками во избежание размывания его. Шлюзные задвижки делаются из дерева или железа с рычагом сверху для более легкого открывания. Они должны быть достаточно крепкими, чтобы сопротивляться напору воды; в местах предполагаемого сильного напора воды, где шлюзы могли быть подмытыми, устраивают, ради безопасности, двойные шлюзы на малом расстоянии друг от друга: если одни из них будут размыты, остается целый ряд других.

Если канал имеет завороты, то стенки канала в углах таких заворотов должны быть обложены кирпичем или забраны досками, чтобы вода не могла размывать землю.

Что касается уклона магистрального канала, то он находится в зависимости от свойств грунта, в котором проведен канал. Как известно, средняя скорость течения воды в заливном канале должна быть такова, чтобы не размывать дно и стенок канала. На основании опытных наблюдений, допустимая средняя скорость течения воды в каналах такова:

чернозем.....	0,25 ф.—	75 милл.
глина.....	0,50 ф.—	150 „
песок.....	1,00 ф.—	300 „
щебень.....	2,00 ф.—	600 „
дерево.....	3,00 ф.—	900 „

Магистральный канал имеет обычно уклон от 0,001 до 0,003 саж.; при меньшем уклоне канала, чем 0,001 дно его может весьма скоро засориться кусочками жома и т. п. взвешенными веществами, содержащимися в сточной воде.

Что касается распределительных канав, то они вырываются в земле, или же вместо них пользуются деревянными желобами, расположенными прямо на земле, или же укрепленных на деревянных опорах. Во избежание гниения досок в местах стыков, они должны быть пропитаны карболинеумом, законопачены паклей и тщательно просмолены. Размеры распределительных канав зависят от количества протекающей в них воды при определенной скорости, причем последняя допускается до 1 фута.

§ 210. При определении размеров земляных канав и деревянных желобов, служащих для стока воды, возможно пользоваться следующей таблицей Вейсбаха (см. табл. CXLIII):

Таблица CXLVII.

Угол откоса φ	Глубина канала Т	Ширина канала у дна В'	Ширина канала вверху В''	Отношение U F
90°	0,767 √F	1,414 √F	1,414 √F	$\frac{2,828}{\sqrt{F}}$
60°	1,760 √F	0,577 √F	1,755 √F	$\frac{2,632}{\sqrt{F}}$
45°	1,740 √F	0,613 √F	2,092 √F	$\frac{2,704}{\sqrt{F}}$

В этой таблице F обозначает площадь живого сечения канала, а U—подводный периметр канала.

Величина падения канала, т. е. величина уклона его может быть определена по формуле Вейсбаха:

$$H = \frac{\alpha \times L \times v^3}{2g} \times \frac{U}{F}$$

где обозначают:  $H$ — величина падения канала,  $\alpha$ — коэффициент,  $L$ —длина канала,  $v$ —скорость движения воды в канале,  $U$ —периметр канала,  $F$ —площадь живого сечения канала,  $g$ —ускорение силы тяжести=32,2 фут. в 1 сек.

Величина коэффициента  $\alpha$  зависит от скорости движения воды, и значение его может быть найдено из нижеследующей таблицы (см. табл. CXLVIII):

Таблица CXLVIII.

2	4	6	8	12	16	20	30	40	Дюйм в сек.
1300	1200	1017	0940	0880	0840	0820	0800	0780	

Предположим, что требуется определить размеры магистрального канала, по которому должно в сутки протекать 200.000 ведер сточной воды, или в 1 сек. 1 куб. фут воды. Если скорость течения воды в канале будет 0,5 фута, то  $V = \frac{1}{0.5} = 2$  кв. фута; пользуясь таблицей Вейсбаха, определяем, принимая  $\varphi = 60^\circ$ , значения:

$$T = 1,760 \sqrt{2} = 2,5 \text{ фута,}$$

$$V' = 0,877 \sqrt{2} = 1,24 \text{ фута,}$$

$$V'' = 1,755 \sqrt{2} = 2,5 \text{ фута.}$$

Таковы должны быть размеры канала в части его, залитой текущей водою (живое сечение канала). Принимая во внимание возможные задержки в отводе воды из магистрального канала в распределительные канавы, а из них в борозды, учитывая возможность уменьшения площади живого сечения канала, благодаря накоплению на дне его осевших взвешенных веществ, найденные размеры площади живого сечения канала следует увеличить, по крайней мере, на 50%.

При определении величины падения канала, возможно пользоваться вышеуказанной формулой Вейсбаха, или же нижеследующей таблицей (см. табл. CXLIX):

Таблица CXLIX.

U F	Скорость $v$ футов в секунду.					
	0,5	0,75	1	1,5	2	3
	Падение $H$ на протяжении 1.000 футов.					
0,5	0,0200	0,0400	0,06075	0,1442	0,252150	0,55060
1,0	0,0400	0,08120	0,13350	0,2884	0,504300	0,10120
1,5	0,0600	0,12180	0,20025	0,4326	0,75645	0,65180
2,5	0,1000	0,20360	0,33375	0,7210	1,26075	2,75300
3,0	0,1200	0,24360	0,40050	0,86520	1,51290	3,30360
3,5	0,1400	0,28420	0,46725	1,00940	1,76500	3,85420
4,0	0,1600	0,32480	0,53400	1,15360	2,01720	4,40480

Предположим в частном случае длина магистрального канала будет 1.000 фут. (около 150 саж.).

Отношение  $\frac{U}{F} = \frac{2,632}{\sqrt{2}} = 1,8$ , а потому по таблице при  $v=0,5$  фут.,

посредством интерполяции, находим  $H=0,07$  фут. В практике этот уклон, конечно, делается значительно больше, учитывая возможность сужения площади живого сечения канала, вследствие оседания на дне его взвешенных веществ.

Из этого примера расчета размеров магистрального канала, на основании данных гидравлики, явствует, что в полученные результаты приходится вносить коррективы на основании данных практики.

**§ 211.** Вода, разливаемая по поверхности орошаемого поля, не должна выходить за пределы его. При значительном уклоне поля и при небрежном отношении надсмотрщиков, это переливание воды вполне возможно, а потому поля орошения обыкновенно окружаются охранными валами. Эти валы предохраняют поля орошения от затопления их дождевой водою. Охранные валы служат также преградой переходу скоту из смежных пастбищ. Во время сильных мятелей они же защищают поля орошения от заноса снегом. Размеры охранных валов зависят от величины уклона полей орошения; при небольших уклонах вполне достаточна высота около  $1\frac{1}{2}$  арш., а при больших уклонах высота достигает 3-х арш. В нижних местах поля орошения, где наибольшая возможность размывки вала, последний должен быть достаточно прочным. Бока насыпи должны быть с нормальными откосами, верхушки—гребни—делаются плоскими, так как они одновременно служат переходами для надсмотрщиков. По бокам вала сеют травы по возможности с сильно развитыми корневищами, чтобы предохранить насыпь от оползания. При возведении охранных валов пользуются землею, выбранною из рвов, вырытых с этою целью вокруг поля. Обычно, поле орошения окружают с трех сторон валом с внутренней стороны и рвом с наружной, с четвертой же стороны, наоборот, магистральный канал проводят со внутренней стороны, а вал насыпают с наружной.

При рациональном устройстве поля орошения, последнее должно быть обязательно окружено предохранительным валом, так как поле орошения обычно находится на сравнительно далеком расстоянии от завода (от нескольких сот сажен до нескольких верст), т. е. вне надзора технического персонала и предоставлено всецело на усмотрение надсмотрщиков и рабочих, которые по неведению или недосмотру всегда могут допустить вытекание сточной воды за пределы поля орошения, что нередко бывает в действительности, причем сточные воды текут грязными ручьями в пруды, реки, через огороды и селения, вызывая тем справедливые нарекания со стороны окрестных жителей, и результатом чего бывают судебные искы, административные взыскания по отношению заводской администрации.

Выше было указано, что поле орошения обычно разбивается в целях успешной эксплуатации его на несколько участков (секций), при том различной величины и разнообразных способов орошения. На полях со значительным уклоном и с неровным рельефом, секции отделяются друг от друга небольшими охранными валами, играющими для данной секции ту же роль, какую для целого поля играют внешние охранные валы. Если по недосмотру будет выпущено слишком большое количество сточной воды на какую-либо секцию, то она, правда, потечет ручьем по направлению наибольшего уклона, однако, остановится у охранного вала и, таким образом, будет устранена опасность порчи бороздок на соседней секции.

§ 212. Для отведения сточных вод из сахарного завода на поля орошения служит водопровод, составленный из чугунных труб надлежащего диаметра. При проектировании водопровода необходимо иметь в виду не только стоимость самого сооружения, но и расходы по эксплуатации его; в последнем отношении надо избегать употребления труб чрезмерно малого диаметра, так как тем самым получается большая затрата силы на преодоление трения воды в трубах, а вместе с этим непроизводительный расход топлива. Правда, в условиях сахарного производства это имеет гораздо меньшее значение, чем в других производствах, потому что тепло ретурного пара из паровой машины, приводящей в движение и насос, откачивающий воду на поля орошения, утилизируется в заводе для целей выпаривания сока.

При расчете диаметра чугунных труб водопровода скорость течения воды в них принимается от 1 метр. до 1,5 метр. в секунду. При большой скорости движения воды получается большая затрата силы на преодоление трения воды о стенки труб, а при малой скорости движения воды в трубах может отлагаться грязь. На основании данных из практики принимают скорость движения воды 1,25 метр. При расчете диаметра водопроводных труб, при условии, что скорость движения воды в них будет указанная выше, возможно пользоваться нижеследующей таблицей (см. табл. CI):

Таблица CI.

Диаметр трубы в дюймах . . . . .	2	3	4	5	6	7	8
Количество воды в сутки в ведрах . . . . .	18000	43000	72000	108000	156000	216000	276000

В виду кислой реакции сточных вод, водопровод должен быть проведен из чугунных, а не из железных труб. Внутренняя и наружная поверхности труб должны быть без раковин. Прочность труб испытывается гидравлическим способом, причем они должны выдерживать давление от 15 до 20 атмосфер в течение 15 минут. Что касается толщины стенок и веса погонной длины чугунных труб, то о них можно судить из нижеследующей таблицы (см. табл. CII):

Таблица CII.

Внутренний диаметр трубы в дюймах . . . . .	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Толщина стенок трубы в мм. . . . .	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11	11,5	11,5	12,5
Вес 1 саж. в пудах . . . . .	2	2,93	3,89	4,86	5,86	6,83	7,92	9,14	10,5	12,08

Чугунные трубы отливаются с муфтами, при посредстве которых они соединяются друг с другом, причем стыки уплотняются набивкой из просмоленной пакли и свинца. Внутри и снаружи трубы перед укладкой асфальтируются. Соединение труб на муфтах следует предпочесть таковому на флянцах, так как в первом случае

герметичность водопровода более обеспечена, в случае неравномерной осадки труб, чем во втором случае. На заливку стыков труб расходуется, в частном случае при диаметре их в 6 дюймов, свинца около 8 фун. и пакли около 1 фун.

§ 213. При устройстве водопровода надлежит иметь в виду следующее:

Во-первых, на трубе за насосом и перед воздушным колпаком должен быть установлен шиберный вентиль, чтобы задерживать воду в трубах на случай осмотра или ремонта насоса.

Во-вторых, в самых низких пунктах водопровода должны быть установлены вентили для спуска воды из труб и удаления из них осадка при ремонте или чистке.

В-третьих, в наиболее высоких пунктах водопровода следует устанавливать автоматически действующие вантузы для удаления собирающегося здесь воздуха.

В-четвертых, при значительной длине водопровода должно установить в нескольких местах автоматически действующие предохранительные клапаны.

В-пятых, на воздушном колпаке на нагнетательной трубе у насоса необходимо иметь манометр и водоуказатель.

В-шестых, во избежание возможности замерзания воды в трубах, таковые укладываются на глубине  $1\frac{1}{2}$  арш.

По окончании устройства водопровода весьма важно подвергнуть его надлежащему испытанию гидравлическим способом. Пробное давление производят на 3 атмосферы больше того гидравлического давления, которое будет в устраниваемом водопроводе. При испытании падение стрелки манометра не должно быть значительным в продолжении 15 минут. Быстрое падение стрелки манометра указывает на неплотности в стыках труб; некоторое падение стрелки манометра обусловливается впитыванием воды конопаткою стыков. Колебание стрелки манометра объясняется присутствием в трубах пузырьков воздуха.

§ 214. Для откачивания сточных вод должны быть применены насосы такой конструкции, при которой они подвергались бы наименьшему износу вследствие кислой реакции этих вод и возможности наличия в них песка; кроме того, конструкция таких насосов должна позволять быструю замену изношенных частей новыми и обусловить легкий доступ для чистки в случае загрязнения.

Этим требованиям в значительной мере удовлетворяют центробежные насосы, которые отличаются простотой конструкции и компактностью и являются весьма удобными в случае приведения их в движение от электромоторов. Этими насосами возможно подавать воду на различные высоты, т. е. под большим напором, что зависит всецело от числа камер в насосе. При заказе на такие насосы надо требовать, чтобы корпуса их были из стального литья, турбинные колеса из фосфористой бронзы, а валы из никелевой стали. Необходимо учитывать, что сточные воды обладают кислой реакцией, а потому они довольно энергично действуют на чугунные части насоса.

Размеры насоса всецело обуславливаются количеством воды, перекачиваемой в единицу времени (напр., куб. метр в 1 час), а потому при заказе насоса известным машиностроительным фирмам вполне достаточно указаний на требуемую производительность насоса и высоту нагнетания им воды. Механический коэффициент полезного действия центробежных насосов лучшей конструкции колеблется около 0,8 и в большинстве случаев он равен 0,7.

§ 215. При вычислении расхода силы на приведение в движение насоса, необходимо знать не только его производительность и высоту под'ема им воды, но и величину сопротивления оказываемого движению воды стенками труб, или, что то же, потерю напора воды в трубах. Последняя величина вычисляется по формуле Ланге:

$$E_w = \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g} \times A,$$

причем  $A = 0,02 + 0,004 \times \sqrt{v}$ , где обозначают:

$E_w$ —потеря напора воды в метр. вод. столба

$L$ —длина трубопровода в метрах

$v$ —скорость движения воды в трубопроводе в метр. в сек.

$A$ —коэффициент

$g$ —ускорение силы тяжести, т. е. 9,8.

Предположим, что в частном случае насос выкачивает 200.000 ведер воды в сутки на расстояние 500 саж. и на высоту 10 саж. по трубам, диаметром 8 дюймов, при скорости движения воды по трубам 4,125 ф'ут. Вставляя значения  $L=1000$  метр.,  $D=0,200$  метр.,  $v=1,25$  метр. в вышеуказанные формулы, находим:

$$A = 0,02 + 0,004 \sqrt{1,25} = 0,025, \text{ и}$$

$$E_w = \frac{1000}{0,2} \times \frac{(1,25)^2}{2 \times 9,8} \times 0,025 = 9,5 \text{ метр.}$$

В данном случае не принята во внимание потеря напора воды в коленах трубопровода (обычно считают эту потерю равной 75 милл. на 1 колено) и в вентилях (обычно принимают эту потерю равной 200 милл. на 1 вентиль).

Во избежание вычислений по формуле Ланге величины потери напора воды в трубах, вследствие трения ее о стенки последних, возможно пользоваться данными нижеследующей таблицы (см. табл. СLII):

Таблица СLII.

Диаметр трубы в милл.	На 100 погонных метр. трубопровода.				
	Скорость движения воды в трубах в метр. в сек.				
	0,5	0,7	1,0	1,25	1,5
100	327	319	1224	1887	2669
125	262	496	979	1503	2135
150	218	413	816	1259	1779
200	164	310	612	939	1335
250	131	248	490	752	1068
300	109	207	408	626	890

Что касается расхода силы на приведение в движение насоса, то это вычисляется по формуле:

$$X = \frac{1000 \times Q \times H}{75 \times \eta}$$

где обозначают:

$N$ —число лошад. сил

$Q$ —количество воды в куб. метр. в 1 сек.

$H$ —высота напора воды (под'ем + сопротивление)

$\eta$ —механический коэффициент полезного действия насоса.

Вставляя значения  $Q = 0,0283$  куб. метр.,  $H = 10 - 9,5 = 0,5$  метр.,  $\eta = 0,7$  в вышесказанную формулу, получим:

$$N = \frac{1000 \times 0,0283 \times 19,5}{0,7 \times 75} \approx 15 \text{ л. с.}$$

**§ 216.** Если местные условия позволяют, то желательно, чтобы вода из трубопровода поступала не сразу в магистральный канал, а предварительно в особый водосборник, и из него уже в означенный канал. Водосборник такого рода представляет собою ничто иное, как достаточно обширный бассейн, напр., емкостью на 1—2 миллиона ведер воды, вырытый в почве на самой возвышенной части поля, благодаря чему вода из этого водосборника может быть сполна выпущена через шлюзы в его насыпи в любой магистральный канал, как то и следует периодически делать, чтобы на дне водосборника не собиралось очень много грязи, которая весной может подвергнуться гниению. Этот водосборник может служить также для приема воды, как на случай размыва канав, так и на случай занесения их снегом в мятели и замерзания их в морозы; кроме того, этот водосборник может быть использован для приема воды на время, когда начинает поливаться новый участок поля при замерзшей уже почве, пока бороздки на нем не оттают от действия теплой воды, и она не начнет поглощаться. Подробные указания об устройстве этого бассейна были сделаны выше.

**§ 217.** В случае, когда водонепроницаемый слой подпочвы находится на незначительной глубине от поверхности почвы и при том имеет малый уклон, или, когда подпочва водопроницаема и пропитана грунтовыми водами, тогда устройство полей орошения возможно только при условии отведения вод, промедших через слой почвы, при посредстве, так наз., „дренажа“. При решении вопроса об устройстве дренажа необходимо предварительно выяснить свойства почвы и подпочвы относительно водопроницаемости их, а также определить глубину и положение как проницаемых, так и непроницаемых для воды слоев почвы. Для устройства дренажа пользуются неглазурованными гончарными трубами диаметром 3 дюйма, которые не имеют ни муфт, ни раструбов. Эти трубы закладываются на глубине около 3-х арш., но при этом, конечно, приходится учитывать глубину залегания водонепроницаемого слоя подпочвы. Столь глубокая закладка дренажных труб необходима во избежание порчи их при замерзании воды в морозы, а также во избежание обволакивания их корнями растений. Дренажные трубы укладываются в ряды, отстоящие друг от друга на расстоянии от 4-х до 6-ти саж., причем длина одного ряда труб обычно около 100 саж. Дренажные трубы соединяются с магистральной трубой из глазурованных труб диаметром 6—8 дюймов с раструбами. Уклон дренажным трубам дают обычно 0,0025. Скорость движения воды в дренажных трубах 0,15—0,2 метр. в 1 сек. Существуют три системы расположения дренажных труб. В продольной системе дренажные трубы укладываются вдоль по уклону подпочвы, а магистральная труба перпендикулярно к ним. В поперечной системе дренажные трубы укладываются поперек уклона подпочвы. При диагональной системе дренажные трубы укладываются под углом около 60° к магистральной трубе. Каждый участок поля орошения около 3 десятин составляет самостоятельную дренажную систему, которая имеет свой сток воды в водосборную канаву. При укладке дренажных труб требуется особая тщательность. Дно канавы планируется

по визиркам. Под стыки дренажных труб кладут куски пластичной глины; если грунт илистый, то под стыки труб подкладывают куски досок. Водосборные канавы располагаются на расстояниях 100—200 саж. друг от друга и им дают уклон в 0,003. Скорость движения воды в водосборной трубе около 0,5 метр. в секунду.

Стоимость погонной сажени дренажных труб с укладкой была около 3 руб.

§ 218. Стоимость устройства полей орошения зависит от целого ряда обстоятельств:

Во-первых, от количества воды, подлежащей отводу на поля орошения в сутки.

Во-вторых, от расстояния полей орошения от завода.

В-третьих, от топографических условий местности, отводимой под поля орошения.

В-четвертых, от способа заливки полей орошения.

Стоимость устройства полей орошения складывается:

Из затрат на водопроводные трубы, которые диаметром 3 дюймов стоили с прокладкой и соединением 20 руб. за погонную сажень.

Из затрат на земляные работы по рытью каналов, возведению насыпей, что обходилось не дороже 3 руб. за куб. саж.

Из затрат на вспашку полей, что стоило около 25 руб. за десятину, и проведение бороздок—около 3 руб. за десятину.

Из затрат на приобретение водяных насосов, арматуры.

Возможно указать только с некоторым вероятием, что стоимость устройства полей орошения для сахарного завода, перерабатывающего в сутки 1000 берк. свеклы, при площади поля орошения 15 десятин, при суточном количестве сточных вод около 200.000 ведер, при расстоянии поля орошения от завода на 1 версту, была около 25.000 руб.

§ 219. Для правильного функционирования полей орошения требуется надлежащий надзор и контроль. Самое главное внимание надо обращать на то, чтобы заливание бороздок сточной водой производилось поочередно по участкам, чтобы вода направлялась во все бороздки данного участка, не переливаясь через края их и не размывала последних; если при заливании бороздок будет замечено, что в некоторые из них вода не может поступить, благодаря наличию препятствий или неверной планировке, то это следует устранить вручную посредством лопат, сапок. Надлежит возможно чаще осматривать состояние шлюзов, канав и насыпей, производя немедленно ремонт замеченных повреждений. Так как во время дождей и морозов работа по обслуживанию и надзору за полями орошения становится затруднительной, то необходимо увеличить число работающих, при чем для укрытия их от непогоды на поле орошения необходимо иметь отапливаемую сторожку.

Для проверки степени очистки сточных вод при посредстве полей орошения следует вырыть в разных местах несколько колодцев, доходящих до грунтовых вод, по направлению уклона, каковой обычно идет по направлению к реке или пруду; из этих колодцев отбирают пробы воды, которые подвергают химическому анализу. Хорошо очищенная вода прозрачна, бесцветна, без запаха и не портится при продолжительном стоянии в закупоренной склянке. Химический состав воды не должен иметь разницу в отношении содержания органических веществ от такового воды общественного водоема, куда по-

сомненно, поступают сточные воды после полей орошения, будучи разбавлены грунтовыми водами.

**§ 220.** Весьма нередко раздаются жалобы на неправильное функционирование полей орошения, каковые несомненно имеют иногда резонные основания.

Когда на поле орошения выкачивают гораздо больше воды, чем предполагалось при устройстве его, в результате площадь земли отведенная под поле орошения, оказывается недостаточной для правильного функционирования последнего.

Если при устройстве поля орошения рытвины, ложбины, овраги не были засыпаны и спланированы, то в них будут собираться сточные воды и загнивать. При наличии на поле орошения глубоких оврагов, их следует ограждать со всех сторон земляными валами, чтобы преградить к ним доступ сточных вод.

Если поле орошения было устроено на глинистой почве, на торфяных или на заливных лугах, то, разумеется, в данном случае создадутся неблагоприятные условия для правильного функционирования такого поля орошения.

Если неумелое или недобросовестное обслуживание поля орошения, напр., сильный выпуск воды в бороздки, при котором вода, переливаясь через края их, течет по направлению наибольшего уклона поля и может размыть охранный вал.

Для правильного функционирования полей орошений необходимо производить ежегодно весной вспашку и обсеменение их, а осенью вспашку и проведение бороздок, по крайней мере через каждые 2—3 года необходимо расчищать каналы, через каждые 5—10 лет менять деревянные шлюзы и желоба и через 15—20 лет менять чугунные трубы.

В отношении чугунных труб, по которым сточные воды откачиваются на поля орошения, уместно заметить, что они подвержены химическому действию кислот (органических), содержащихся в сточных водах, при одновременном механическом воздействии частиц песка, заключающихся в этих водах. В результате, на внутренних стенках чугунных труб по длине и внизу их появляются трещины, наличие которых в этих местах возможно объяснить тем, что кислоты разъедают трубы, а частицы песка, содержащиеся в нижней части водяной струи, обнажают поверхность металла, чем делают его более доступным действию кислот. Вот почему, рекомендуют периодически осматривать трубы водопровода, и, в случае обнаружения неправильного изнашивания стенок их, надлежит трубы откопать и повернуть вокруг на 180°; правда, прочность таких труб уменьшится, но они смогут оказаться пригодными еще несколько производств.

**§ 221.** Химический состав сточных вод сахарных заводов, подвергающихся очистке при посредстве полей орошения, претерпевает глубокие изменения, благодаря химическому взаимодействию составных частей сточных вод с таковыми почвы и вследствие разложения составных частей сточных вод микроорганизмами, находящимися в почве и в результате почва поля орошения обогащается целым рядом химических веществ, которые, с точки зрения агрокультуры, являются удобрительными туками, напр., азотистые вещества, частью содержащиеся в диффузионной воде, частью образовавшиеся при орошении такового поля.

Обычно поля орошения весной вспахиваются и засеваются зер-

новыми хлебами (напр., овсом) или травами (напр., клевером), а иногда и свеклой (кормовой или сахарной). Поступая таким образом, не только восстанавливают способность полей орошения к очистке новых количеств сточных вод, но и эксплуатируют их в целях получения дохода, чем, конечно, отчасти покрываются расходы, произведенные при устройстве полей орошения.

С целью выяснения, какие возможно получить результаты при такой эксплуатации полей орошения, Васильев (160) произвел опытные наблюдения, причем заседал свеклу на разных участках: на поле орошения, заливаемом бороздками, то же заливаемом площадками, на поле, удобренном навозом и то же не удобренном, при чем получил такие результаты (см. табл. СLIII):

Таблица СLIII.

Участок	Состав сока	Урожай берковцев
Поле орошения, заливаемое площадками	Бр.=15,5, Сах.=10,90, Добр.=70,0	190
Поле орошения, заливаемое бороздками	Бр.=18,3, Сах.=15,80, Добр.=86,3	134
Поле, удобренное навозом	Бр.=17,4, Сах.=14,70, Добр.=84,5	111
Поле неудобренное	Бр.=17,1, Сах.=15,30, Добр.=86,4	78

Из этих данных видно, что наиболее благоприятными результатами в отношении урожая свеклы надо признать участок поля орошения, заливаемый площадками, но при этом наблюдается получение свеклы с весьма низкой доброкачественностью, а в отношении сахаристости следует признать участок поля орошения, заливаемый бороздками. Необходимо также учесть, что свекла, засеянная на поле орошения, дает очень сильные всходы, благодаря чему посев ее лучше сопротивляется против засухи и вредителей. Действительно, на 15-е июня свекла, засеянная на поле орошения, имела средний вес корня 496 гр. и листьев 2511 гр., между тем, как свекла, засеянная на неудобренном поле, имела средний вес корня 43 гр. и листьев 296 гр.

Как известно, обильное азотистое удобрение способствует мощному развитию растения, но задерживает процесс созревания его, выходящий для свеклы возможно накоплением сахара в корнях, как то и наблюдается при выращивании свеклы на полях орошения. Явление запоздания созревания злаков, корнеплодов обусловливается недостатком в почве зольных элементов в количестве, необходимом для нормального питания растения с столь развитой массой листьев и корней; кроме того, слишком обильное развитие листвы растений способствует затенению их друг другом, вследствие чего синтетические процессы образования углеводов и клетчатки замедляются (свекла получается малосахаристая, злаки склонны к полеганию). Во избежание этих нежелательных явлений весьма целесообразно поля орошения удобрять суперфосфатом. В подтверждение того, что свекла, засеянная на полях орошения, не успевает созреть, вышеназванный исследователь произвел следующий опыт: он не выкопал свеклу, засеянную на одной из площадок поля орошения, как обычно, в начале сентября месяца (ст. ст.), а оставил ее там до-

зреть и выкопан только 13-го октября (ст. ст.), причем получился урожай свеклы 121 берк. с десятины, а сок ее имел состав: Бр. = 17,5, Сах. = 14 54, Добр. = 83. Таким образом, за 6 недель увеличились как содержание сахара в свекле, так и доброкачественность ее сока.

Тот же исследователь сообщает, что на одном из русских сахарных заводов в течение 5 лет получили следующие результаты выращивания на полях орошения различных культур:

в первый год—кормовая свекла . . .	100 берк. с десятины
во второй год—сахарная свекла . . .	200 " " "
в третий год—кормовая свекла . . .	260 " " "
в четвертый год—рыжей . . . . .	110 " " "
в пятый год—сено . . . . .	250 " " "

Таким образом, при засеве полей орошения свеклою возможно получить хороший урожай последней при средней сахаристости и такой же доброкачественности сока ее, что может окупить затраты по устройству полей орошения и эксплуатации их.

§ 222. В том случае, когда вблизи сахарного завода оказывается очень ограниченная земляная площадь, которая может быть использована для устройства поля орошения, и когда вблизи завода имеется водоем с очень ограниченным количеством воды, благодаря чему возникает необходимость возврата сточных вод для использования их в целях производства, то в этом случае для очистки сточных вод может быть применен химико-биологический способ Proskowetz'a. Сущность этого способа состоит в следующем: к сточной воде прибавляют такое количество извести, чтобы реакция ее стала из кислой щелочная, после чего она подвергается отстаиванию в целом ряде отстойников специального устройства, откуда вода перекачивается на первое дренированное поле орошения, а из него она поступает на второе дренированное поле, откуда она стекает по трубе в колодезь, где вода смешивается с известковым молоком, после чего она снова отстаивается в отстойниках или фильтруется через особые фильтры, и уже в очищенном виде перекачивается в завод, где используется для целей производства, т. е. на диффузии и пр. Этот способ был применен на нескольких австрийских сахарных заводах. В частном случае, на одном из этих заводов, перерабатывающем в сутки 8000 центнеров свеклы, имелся бассейн площадью 700 кв. метр., глубиною 2 метр., объемом 1400 куб. метр., куда поступала вся диффузионная и прессовая вода в количестве 600 куб. метр. в сутки и к которой была предварительно прибавлена известь в количестве, превышающем несколько, чем то необходимо для усреднения кислой реакции этой воды; из этого бассейна вода поступала в пять отстойников общей поверхностью 2300 кв. метр. и общим объемом 3450 куб. метр. при глубине их в 1,5 метр. Как в бассейне, так и в отстойниках осаждались взвешенные нерастворимые вещества, как содержащиеся в сточной воде, так и образовавшиеся нерастворимые соединения после прибавления к сточной воде извести. После отстаивания вода перекачивалась на первое дренированное поле орошения, имевшее площадь 1,6 моргена, на котором были заложены неглазурованные гончарные трубы диаметром 80 милл., на глубине 0,45 метр. и на расстоянии одного ряда труб от другого на 0,7 метр. С этого поля вода по магистральной трубе стекала на нижележащее дренированное поле, имевшее площадь 13,4 моргена, на котором были заложены неглазу-

рованные гончарные трубы диаметром 80 милл., на глубинах 1,25 метр. и 1,5 метр. и на расстоянии одного ряда труб от другого на 0,7 метр. Поверхностный слой почвы полей орошения был черноземный с весьма большим содержанием гумуса. С этого поля вода по магистральной трубе стекала в особый колодезь, где к ней прибавлялась известь в виде известкового молока, после чего вода подвергалась фильтрации через фильтры особого устройства. На другом заводе, где применялся этот же способ очистки сточных вод, последние профильтровывались через дренажное поле орошения дважды, смешивались с известковым молоком, после чего они подвергались фильтрации через дренажное поле в третий раз. Наблюдениями было установлено, что результаты очистки сточных вод при посредстве этого способа, находятся в большой зависимости от степени щелочности сточной воды, поступающей в отстойники, так как сильно щелочная вода является средой, в которой жизнедеятельность микроорганизмов в значительной мере ослабевает, что отражается на эффекте очистки сточных вод при фильтрации их через почву полей орошения, где происходят преимущественно процессы биологического характера. Напр., щелочность воды, вытекающей из последнего отстойника, выражающаяся содержанием 50 миллигр. извести в 1 литре, следует признать вполне нормальной, так как не наблюдалось понижения эффекта очистки воды при прохождении ее через слой почвы дренажного поля орошения.

Процессы, происходящие при очистке сточных вод по описанному способу, будут тройного характера.

Во-первых, в отстойниках стоячая вода подвергается механической очистке, так как из нее осаждаются взвешенные нерастворимые вещества, и, по наблюдениям из практики, в количестве 96%—98%. Такая предварительная механическая очистка сточной воды имеет то значение, что в противном случае, взвешенные вещества остаются при дальнейшей фильтрации на поверхности почвы в виде ила, где будут препятствовать правильному функционированию поля орошения.

Во-вторых, при фильтрации сточной воды через дренажное поле орошения будут происходить одновременно как химические процессы, выражающиеся во взаимодействии составных частей воды и почвы, так и биологические процессы, обуславливаемые жизнедеятельностью микроорганизмов, заключающихся в почве, в результате чего сложные органические вещества, как безазотистые, так и азотистые, подвергаются разложению с образованием более простейших органических веществ и даже минеральных веществ. Напр., сахар превращается сначала в ряд органических летучих кислот, которые в дальнейшем разрушаются с образованием угольной кислоты и воды.

В-третьих, при добавлении извести к сточной воде, прошедшей через слой почвы дренажного поля орошения, несомненно, происходит химическая очистка воды, так как известь соединяется с органическими кислотами, причем образуются трудно растворимые известковые соли их, которые удаляются последующей фильтрацией.

Для суждения о степени очистки сточной воды по описанному способу, уместно привести результаты анализов проб воды, произведенных Strohmeyer'ом и Stift'ом (161) и отобранных на выше указанном австрийском сахарном заводе (см. табл. CLIV):

Таблица CLIV

Взвеш. веществ.	Неорг. взвеш. веществ.	Орг. взвеш. вещ.	Раств. вещ.	Неорг. раств. вещ.	Орг. раств. вещ.	Азотн. кисл.	Аммиака.	Извести.	Калия.	Серной кисл.	Фосфорной кисл.
Неочищенная вода											
211,88	180,24	31,64	171,48	87,66	83,92	8,97	4,41	44,16	12,86	3,83	0,23
Очищенная вода											
2,14	0,17	1,97	53,24	32,36	20,88	7,61	2,39	11,48	3,49	7,86	0
Удалено %											
98,98	99,91	93,97	68,95	63,08	71,80	15,16	45,80	74,00	72,86	105,22	100

Для того, чтобы судить о степени очистки сточной воды в различных стадиях описанного способа, уместно привести результаты анализов проб воды, произведенных Кёпиг'ом (162) и взятых им: I-ая из канавы перед отстойниками, II-ая—после отстойников, III-ая—после первого дренированного поля, IV-ая—после второго дренированного поля и V-ая—после обработки известью и фильтрации (см. табл. CLV):

Таблица CLV.

В I литре миллиграмм.

Пробы.	Органических веществ.	Органич. углерода.	Общ. азота.
I-я	1238,0	365,0	18,5
II-я	1257,0	394,7	20,8
III-я	504,8	212,1	16,5
IV-я	123,8	112,6	2,9
V-я	57,1	97,6	—

По наружному осмотру пробы сточные воды характеризовались: Вода неочищенная, т. е. до отстойников, содержала много суспендированных веществ, которые с течением времени собираются на дне стакана в виде обильного хлопьевидного осадка; реакция слабощелочная, запах свежескловичный.

После отстойников вода была с слабой мутью молочного цвета, и давала при стоянии белый осадок; реакция щелочная.

После второго дренированного поля вода была с слабой мутью молочного цвета и давала при продолжительном стоянии хлопьевидный осадок, богатый бактериями и грибами; реакция нейтральная, запах слабо гнилостный.

Вода очищенная, т. е. после добавления извести и фильтрации, имела слабую муть, давала при стоянии белый плотный осадок; реакция щелочная, запах свежескловичный.

Резюмируя результаты опытных наблюдений и химических исследований, возможно признать описанный способ очистки сточных вод рациональным.

Этот способ следует рекомендовать в том случае, когда завод

принужден спускать свои сточные воды в малые водовместилища, что является обычно причиной многих неприятностей для завода, жалоб со стороны населения, судебных исков и т. п. Этот способ удобен тем, что не требует больших участков земли под поля орошения. Необходимо заметить, что указанный выше австрийский сахарный завод вынужден был все сточные воды возвращать обратно в производство, причем воды транспортные и моечные подвергались отстаиванию в особых бассейнах, а воды диффузионные, пресовые очищались описанным способом. Конечно при этих условиях очистка сточных вод становится более затруднительной, чем в том случае, если очищенные сточные воды не возвращаются в производство.

§ 223. В некоторых случаях та территория, которая могла бы быть отведена для устройства полей орошения при сахарном заводе, оказывается совершенно непригодной для этой цели по своим топографическим и геологическим условиям. Выход из этого положения может быть найден путем применения, так наз., биологического способа очистки сточных вод и, напр., по способу Dunbar'a, который основан на применении пористых веществ в особых фильтрах. Как известно, пористые вещества в виде древесного или костяного угля, шлака, кокса и т. п., обладают способностью поглощать из растворов растворимые вещества. Такая способность этих веществ поглощать из растворов неорганические и органические вещества называется адсорбцией, в отличие от способности тех же веществ стучать газы, что называется абсорпцией. Адсорбция зависит от рода адсорбирующихся веществ, от природы адсорбируемого вещества, от концентрации раствора. Напр., Walberg (163) смешивал 100 гр. костяного угля с 100 куб. сант. растворов разной концентрации нижеуказанных веществ, причем получил такие данные (см. табл. CLVI):

Таблица CLVI.

	2% раствора.	10% раствора.
Хлористый натр. . . . .	0,27 гр.	0,163 гр.
Сернокислый натр. . . . .	0,71 "	0,401 "
Угленатровая соль . . . . .	1,38 "	0,78 "
Фосфорнокислый натр . . . . .	1,35 "	0,80 "
Сахар . . . . .	1,25 "	0,73 "

Очевидно, если подвергнуть сточную воду фильтрации через то или иное пористое вещество, напр., через шлак, в виде мелких кусков, то на поверхности последних осядут нерастворимые взвешенные вещества, а растворенные вещества будут поглощены им всей своей массой. Если затем дать стечь сточной воде сполна из такого фильтра, то задержанные в порах шлака органические вещества будут подвергаться воздействию разного рода микроорганизмов, преимущественно аэробных, так как шлак способен поглощать также газы а значит и кислород воздуха. В результате жизнедеятельности микроорганизмов в таком фильтре, углерод органических соединений окисляется в угольную кислоту, азот—в азотистую кислоту, а сера—в серную кислоту. По истечении некоторого промежутка времени, такой фильтр может быть снова заполнен сточной водой, причем растворенные в ней органические вещества будут подвергаться энергичному воздействию микроорганизмов, развившихся в фильтре. По

прошествии определенного промежутка времени сточная вода в фильтре должна быть сплошь выпущена из него, как вполне очищенная.

Во время периода „проветривания“ фильтра, таковой перерабатывает не только весь заключающийся в нем запас кислорода, но и поглощает кислород из окружающего воздуха, если только поверхность кусков шлама не будет затянута илом. Если перегружать фильтр жидкостью, не давая ему достаточно времени для поглощения кислорода воздуха, то окисляющее действие фильтра истощается. Вместо аэробных бактерий выступают анаэробные, и стекающая из фильтра вода получается с неприятным запахом сероводорода и других продуктов восстановительного характера. Таким образом, только после продолжительного „отдыха“ и после небольшой „нагрузки“ фильтр регенерируется, т. е. восстанавливает свою очистительную способность. Во всяком случае, после временной „перегрузки“ фильтра необходимо дать ему более продолжительный отдых.

Что касается вопроса, какой материал должен быть применен для фильтрации сточных вод в указанных фильтрах, то обыкновенно выбирают материал мелко пористый и сравнительно прочный, напр., шлак. Опытами доказано, что поглощающая способность пористого вещества тем большая, чем поры в нем будут мельче и многочисленнее. Напр., высчитано, что в 1 куб. милл. шлама наружная и внутренняя поглощающая поверхность составляет 2.108.000 кв. милл., т. е. более 2 кв. метр. Если пористый материал не будет достаточно прочен, то он влечет за собою закупорку фильтра. В отношении продолжительности работы пористого материала в этих фильтрах, следует заметить, что он мало-по-малу заливается, т. е. на поверхности кусков его отлагается осадок, который препятствует прониканию воды внутрь кусков. В таком случае фильтр разгружается и содержащийся в нем материал тщательно промывается, причем он приобретает вновь свою поглощающую способность.

Степень очистки сточных вод в таких фильтрах учитывается по химическому анализу очищенных вод, напр., по количеству поглощенного кислорода и по количеству образовавшейся угольной кислоты. Эффект, достигаемый в этих фильтрах в отношении разложения органических веществ, содержащихся в сточных водах, объясняется тем, что в них на 1 кв. сант. фильтрующей поверхности материала приходится только 0,0275 миллигр. органических веществ, при условии содержания их в 1 литре около 700 миллигр.

§ 224. Очистка сточных вод по способу Dunbar'a была применена на одном австрийском сахарном заводе, перерабатывающем в сутки около 3000 берк. свеклы, с целью очищения диффузионных и прессовых вод. Было установлено две батареи фильтров, причем в одной их было 4, а в другой 8. Каждый фильтр представлял собою резервуар емкостью около 150 куб. метр., причем 4 резервуара, составлявшие первую батарею фильтров, были наполнены кусками кокса от 10 до 30 милл., а 8 резервуаров, составлявших вторую батарею фильтров, были наполнены кусками кокса от 5 до 10 милл. Степень наполнения каждого резервуара сточной водой выражалась около 45% общей его емкости. Сточная вода, прежде своего поступления в резервуары с коксом, тщательно фильтровалась, для удаления содержащихся в них взвешенных веществ (кусочки жомы) через вращающийся ситчатый барабан, поверхность которого беспрерывно очищалась помощью железных щеток. Та-

кая предварительная фильтрация сточных вод, подлежащих очищению, имеет весьма существенное значение для успешности работы означенных фильтров, так как в противном случае куски кокса в них покрываются с поверхности взвешенными веществами, благодаря чему прекращается доступ внутрь их как воды, так и воздуха, и в результате чего биологические процессы протекают в них медленно и вместо аэробного характера становятся анаэробного. Сточные воды сначала поступали в один из резервуаров первой батареи, где оставались в течение около 1 часа, после чего они переливались в один из резервуаров второй батареи, где оставались в течение около 3-х часов, после чего спускались в водоем вместе с водами бурачными и мочными после предварительного отстаивания их в особых отстойниках. Очистка сточных вод в означенных фильтрах производилась непрерывно, с каковою целью они вводились в работу в строго определенном порядке. Производство длилось 3½ месяца, в течение которого фильтры работали вполне исправно. Камр и Адам (164) произвели анализы проб сточной воды неочищенной и очищенной, причем получили такие результаты (см. табл. CLVII):

В 1 литре миллиграмм.	Таблица CLVII.	
	До очищения.	После очищения.
Температура °С . . . . .	21,5	20
Вид . . . . .	мутный	мутный
Запах . . . . .	свекло- вичный.	сероводо- родный.
Реакция . . . . .	кислая.	кислая.
Остаток после выпаривания . . . . .	1650,8	106,8
Взвешенных веществ . . . . .	570,8	292,0
Потери от прокаливания . . . . .	1202,8	360,0
Остаток от прокаливания . . . . .	448,0	416,0
Общий азот . . . . .	49,8	7,8
Аммиачный азот . . . . .	23,8	6,8
Сахар . . . . .	1048,8	—
Летучие кислоты . . . . .	33,6	326,4
Весь углерод, за исключением углерода летучих кислот . . . . .	387,8	37,4
Окисляемость . . . . .	1538,5	133,0
Сульфатный остаток . . . . .	444,0	620,0
Железо в виде закиси . . . . .	1,1	23,4
Окиси кальция . . . . .	53,6	104,8
Окиси магния . . . . .	44,2	51,1
Щелочей . . . . .	180,1	188,7
Серной кислоты . . . . .	50,2	10,1

Из этих данных видно, что в результате перемежающейся фильтрации сточной воды через два фильтра, наполненных коксом, количество взвешенных веществ уменьшилось на 49%, количество органических веществ (окисляемость) уменьшилась на 91%, количество общего азота уменьшилось на 84%, количество аммиачного азота уменьшилось на 75%; что касается сахара, то он разлагается сполна, причем из него образуются летучие жирные кислоты, как то подтверждается увеличением содержания их в очищенной воде по сравнению с неочищенной; в отношении минеральных веществ следует заметить, что содержание их в очищенной воде больше, чем

в неочищенной, и это следует отнести за счет выщелачивания водою золы кокса; содержание серной кислоты уменьшилось почти на 90%, что указывает на наличие восстановительного процесса, как то и бывает при брожении.

Несомненно, что главный процесс, происходящий в этих фильтрах, биологический, т. е. брожение, и доказательством чего может служить тот факт, что в первом фильтре выделяется угольной кислоты более 300 миллигр. на 1 литр, а во втором—более 500 миллигр. на 1 литр, причем содержание сахара в сточной воде, выходящей из первого фильтра, уменьшается на 75%, а из второго—на 100%. В воде, выходящей из второго фильтра, было констатировано отсутствие кислорода, что указывает на наличие в данном случае анаэробного брожения, чем следует также объяснить образование сероводорода за счет серосодержащих белковых веществ.

Что касается стоимости оборудования очистки сточных вод посредством биологического способа Dupbar'a, то на означенном сахарном заводе, перерабатывающем 3000 берк. в сутки, таковое обошлось, вместе с коксовой набивкой, 62.500 крон, т. е. около 25.000 руб. зол. Расходы по эксплуатации складывались:

Амортизация . . . . .	6500 крон
Возобновление коксовой набивки . . . . .	3500 „
Рабочие . . . . .	650 „
Итого . . . . .	10150 крон, или около 4000 руб. зол.

Если допустить продолжительность производства 100 суток, количество сточных вод 200% по весу перерабатываемой свеклы, то за производство общее количество сточных вод получится около 10.000.000 ведер, очистка которых будет стоить 4000 руб., т. е. очистка 100 ведер воды обойдется около 4 коп., а вместе с затратами на перекачивание воды (рабочие, топливо, смазка и проч.) это составит около 5 коп. за 100 ведер воды.

§ 225. Способ очистки сточных вод с помощью химических реактивов известен давным-давно, но он получил практическое применение на фабриках тогда, когда санитарный надзор не стал удовлетворяться одной механической очисткой этих вод, производимой в отстойных бассейнах. Реактивами обычно служат окись кальция и сернокислое железо или окись кальция и сернокислый алюминий. Прибавление к сточной воде указанных реактивов сопровождается образованием гидратов железа или алюминия, которые представляют собою аморфные осадки коллоидального характера, обладающие способностью обволакивать взвешенные вещества, содержащиеся в воде, и увлекать их на дно бассейна, причем возможно также абсорбирование этими осадками некоторых количеств растворенных в воде веществ. В условиях очистки сточных вод сахарных заводов тот избыток извести, который прибавляется к этим водам, нейтрализует содержащиеся в последних растворимые органические кислоты, причем некоторые из них образуют трудно растворимые органические известковые соли. В результате такой очистки из сточных вод удаляются почти сплошн взвешенные нерастворимые вещества и некоторое количество растворенных веществ.

На одном из бельгийских сахарных заводов, перерабатывающем в сутки 2000 берк. свеклы, был применен способ очистки сточных вод (мочной, диффузионной, прессовой) при посредстве извести и же-

лезного купороса. К этим водам, по пути движения их по кирпичному каналу, прибавляли железный купорос в количестве около 100 килогр. в сутки, в виде водного раствора его, а также извест, в виде известкового молока, в количестве, чтобы щелочность сточных вод, после отстаивания их, была 0,6—0,8 гр. окиси кальция на 1 литр воды. Для отстаивания сточных вод, после добавления к ним указанных химических реактивов, служили 5 чанов цилиндрической формы с коническими днищами, имеющие каждый диаметр 8 метр., глубину 5 метр., причем отверстие в днище чана прикрывалось конической под'емной крышкой. Вода поступала в первый чан, из него переливалась во второй и т. д. Через каждые 10—15 минут рабочий поднимал вверх, при посредстве рычага, означенную крышку, благодаря чему осадок, собравшийся на дне чана, поступал вместе с частью воды в кирпичный желоб, находившийся под чанами, и собирался в особом сборнике, снабженном мешалкой, а из него забирался центробежным насосом и выкачивался в отстойники на поле. Очищенная вода получалась бесцветной, прозрачной, без запаха. Часть очищенной воды смешивалась с чистой, сульфитировалась, отстаивалась и применялась на диффузии. Что касается осадка (грязи), то он постепенно высыхал, превращался в порошок, причем не издавал запаха, и применялся, как удобрительный тук.

К сожалению, в специальной литературе отсутствуют данные анализов сточных вод до и после очищения по этому способу, а потому затруднительно судить об эффекте очистки их. Несомненно, что большая часть органических растворенных веществ, содержащихся в сточных водах, остаются в последних, благодаря чему они не лишены будут способности подвергаться воздействию микроорганизмов, т. е. бродить, а потому спуск таких вод едва ли может быть допущен в общественные водоемы. Предположение, что щелочная реакция сточных вод после очистки, благодаря наличию в них извести, исключает возможность брожения этих вод, не вполне справедливо; по крайней мере Herzfeld (165) производил анализ проб одной и той же сточной воды по истечении определенного промежутка времени, и получил такие результаты:

Сточная вода до брожения

Окисляемость . . . . .	2,281 гр. кислорода	} в 1 литре
Азота . . . . .	0,0763 гр.	

Сточная вода после 7-ми суток брожения

Без извести		С 0,5% извести	
Окисляемость	1,478 гр. кислор.	Окисляемость	1,285 гр. кислор.
Азота . . . . .	0,0208 гр.	Азота . . . . .	0,0166 гр.

§ 226. В последние перед войною годы одним из лучших способов очистки сточных вод фабрик и заводов был признан способ Нойерманн'a-Wellensick'a, основанный на применении, так наз., гумина совместно с известью. Гумин получается при обработке особых сортов бурых углей посредством едкого натра. Гумин представляет собою тестообразную темнокоричневую массу, которая растворяется в воде, образуя, так наз., псевдораствор, т. е. в котором гумин находится в коллоидальном состоянии. Как известно, растворы такого рода отличаются от обычных водных растворов разных минеральных и органических веществ тем, что растворенные в них вещества неспо-

способны диффундировать через растительную или животную перепонку. К числу особенностей коллоидальных растворов относится свойство их выделять растворенные в них вещества от прибавления каких-либо реактивов, напр., в частном случае извести, в виде аморфных осадков, имеющих громадную поверхность и обладающих чрезвычайной способностью поглощать находящиеся в растворе взвешенные вещества, а также растворимые вещества кристаллического (напр., сахар) и коллоидального (напр., белок) характера. Обычно готовится водный раствор гумина, который автоматически маленькими порциями прибавляется к сточным водам, текущим по канаве; туда же, но метров на 20 ниже по течению воды в канаве, прибавляют непрерывно тонкой струей известковое молоко, причем немедленно образуется хлопьевидный осадок, который и поглощает взвешенные и растворенные в сточных водах вещества, после чего вода направляется в ряд отстойников, где образовавшийся осадок сравнительно быстро собирается на дне в виде плотного ила. Очищенная по этому способу вода была прозрачна, без запаха, но окрашена в слегка коричневый цвет.

Чтобы судить о степени очистки сточной воды по этому способу, уместно привести результаты анализов проб сточной воды и после очистки, полученные Freesom (166):

В 1 литре воды миллиграмм:

	До очистки	После очистки
Сухих веществ . . . . .	9932	720
Потеря при прокаливании . . . .	1136	458
Остаток после прокаливании . . .	8796	262

Roubinek (167) произвел анализ проб сточных вод одного чешского сахарного завода до очищения и после него, причем получил такие результаты (см. таблиц. CLVIII):

Таблица CLVIII.

В 1 литре миллиграмм:

	До очистки	После очистки
Сухих веществ . . . . .	3087	1062
Остаток от прокаливания . . . .	2187	769
Потеря при прокаливании . . . .	900	293
Суспендированных веществ . . .	1077	47
Из суспендированных веществ:		
неорганических . . . . .	757	24
органических . . . . .	320	23
Окисляемость— $KMnO_4$ . . . . .	542	199
Щелочность $CaO$ . . . . .	нейтр.	23

Что касается расходов на очистку сточных вод по этому способу, то возможно привести следующие данные:

Стоимость 100 килогр. гумина в Чехии около 15 крон. Расход гумина на 1000 центнеров (500 берк.) свеклы от 20 до 25 килогр. и расход извести от 100 до 125 килогр. на то же количество свеклы.

В виду того интереса, который возбудил описанный способ очистки сточных вод, Andrlík и Stánek (168) тщательно обследовали его на одном из чешских сахарных заводов, причем получили такие результаты (см. табл. CLIX):

Таблица СЛХ.

В 1 литре воды миллиграмм:		
	Вода неочи- щен.	Вода очи- щен.
Остаток после выпаривания . . . . .	3531	1947
Взвешенных веществ . . . . .	2041	76
Растворенных веществ . . . . .	1490	1871
Из взвешенных веществ:		
неорганических . . . . .	1416	19
органических . . . . .	625	57
азотистых . . . . .	38,5	0,2
Из растворенных веществ:		
неорганических . . . . .	478	860
органических . . . . .	1013	1011
азотистых . . . . .	20,6	39,1
Щелочность воды в % СаО . . . . .	—	0,024

Очистке подвергались сточные воды: моечные, транспортерные, диффузионные и прессовые. Расход гумина составлял 0,026% по весу свеклы и извести 0,092% по весу свеклы.

Из этих данных видно, что гумин с известью вполне успешно удаляют из сточных вод взвешенные вещества, но совершенно неудовлетворительно удаляют из них растворенные вещества, причем некоторое количество извести переходит в раствор (при нейтрализации свободных органических кислот с образованием частью растворимых известковых солей их).

В отношении эффекта действия гумина при очистке сточных вод возможно заметить, что таковой мало разнится от эффекта действия в данном случае глины с известью, как то и подтверждается результатами анализов проб сточных вод, очищенных глиной с известью (см. табл. СЛХ), полученные Roubinek'ом (169):

Таблица СЛХ.

В 1 литре воды миллигр:		
	До очистки	После очистки
Сухих веществ . . . . .	3087	1164
Остаток от прокаливания . . . . .	2187	792
Потеря при прокаливании . . . . .	90	372
Суспендированных веществ . . . . .	1077	46
Из суспендированных веществ:		
неорганических . . . . .	757	26
органических . . . . .	320	20
Окисляемость $KMnO_4$ . . . . .	542	203
Щелочность—СаО . . . . .	нейтр.	28

§ 227. Еще 70-х годах прошлого столетия Stasché (170) предлагал для очистки диффузионной воды, или более точно, для очистки прессовой воды, прибавлять к последней на 1 литр 30 гр. извести, затем насыщать ее угольной кислотой до щелочности 0,02—0,03, наконец, отстаивать. Вода, очищенная таким образом, становится совершенно чистой и может быть применена на диффузии. Позже в 90-х годах прошлого столетия Pellet (171) даже получил патент на такой способ очистки диффузионных и прессовых вод, причем он предлагал прибавлять к воде 5 гр. извести на 1 литр ее, после чего сатурировать угольной кисл. до щелочности 0,01—0,03 и, наконец

фильтровать или отстаивать. Уместно заметить, что такой способ очистки сточных вод сопряжен с устройством в заводе целых трех станций (дефекции, сатурации, фильтрации), но если учесть возможность применения непрерывной дефекации и таковой же сатурации, а также использования для отделения осадка от воды непрерывнодействующих сепараторов, то следует признать описанный способ очистки сточных вод рациональными и особенно в случае необходимости возвращения сточных вод снова в производство, как то бывает при ограниченном количестве чистой воды в водоемах и при отсутствии подходящего участка земли для устройства полей орошения.

Конечно, прежде чем подвергнуть диффузионную и прессовую воды очистке описанным способом, их надлежит подвергнуть тщательной механической фильтрации для удаления мелких кусков жома и проч. взвешенных веществ, пользуясь специальными ловушками применяемыми для удаления из диффузионного сока свекловичной мязги.

---

# Опечатки.

Прежде, чем пользоваться этой книгой, необходимо исправить нижеследующие замеченные опечатки:

СТРАНИЦА.	СТРОКА.	ТАБЛ.	НАПЕЧАТАНО	СЛЕДУЕТ
3	—	III	{ 12 июня   1,70	{ 12 июля   0,70
10	24 сн.	—	изотеру	изотерму
11	9 св.	—	свекловичный	свекловичных
11	10 св.	—	вегетационных	вегетационный
13	21 сн.	—	произрастения	произростания
25	15 св.	—	которой	который
26	—	XXXI	Faetge и б.б. Гизеке	Rabette и Гизеке
37	26 св.	—	т. е.	т. о.
41	26 сн.	—	Cassid	Cassida
45	—	XLV	140 к. пуд. свеклы	140 к. берк. свеклы
54	—	XLVII	76,04 гр.	70,04 гр.
55	21 сн.	—	инсенсиивность	интенсивность
56	—	XLIX	30—30С	30—32 <sup>0</sup> С
61	13 св.	—	регулирования	регулирования
64	3 сн.	—	остановится	становится
75	—	LXIV	Na <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
75	5 сн.	—	корней	частей
76	—	LXV	26,70 <sup>0</sup> %	16,70 <sup>0</sup> %
79	7 сн.	—	содержания в	содержания сахара в
89	18 св.	—	калориметрический	колориметрический
100	8 св.	—	у-образный	U-образный
101	30 сн.	—	676 килогр.	67,6 килогр.
130	5 сн.	—	горизонтальной	вертикальной
134	6 св.	—	зубцов	зубцов
139	2 сн.	—	свекловичной	свекловичной
147	16 св.	—	полграмм молекулы	полграмм—молекулы
147	27 св.	—	6,7×10 <sup>9</sup> килогр. метр	6,7×10 <sup>9</sup> килогр.
152	26 сн.	—	объем	объем
152	25 сн.	—	3,582090	3,582090
159	12 св.	—	под	над
162	8 св.	—	p	P
167	3 св.	—	p+1	p+1
167	3 св.	—	производительности	производительности
173	7 св.	—	$L = \frac{24 \times 60 \times 14 \times 50 \times 16}{80 \times 480} = 4200$ берк.	$L = \frac{24 \times 60 \times 14 \times 50 \times 16}{80 \times 480} = 4200$ берк
179	12 св.	—	выключить	выключить
179	14 св.	—	диффур	диффузор
182	24 сн.	—	Виндфляше	Виндфляша
182	29 св.	—	большой	большей
193	23 сн.	—	проб жома и диф. воды	проб свеклы, жома и диф. воды
201	—	XXVIII	8 су	8 сут.
204	26 сн.	—	подтвергнуты	подвергнуты
204	27 сн.	—	диффузонный	диффузионный
208	6 св.	—	в последнем	в последней
209	—	Опыт II	делала	делали
218	—	LIV	0,363	0,0363
218	—	LV	0,356	0,0356
223	21 сн.	—	S, O <sub>3</sub> будет	будет SiO <sub>2</sub>

226	17 св.	—	диффузионного	диффузионного
226	6 сн.	—	диффузора	диффузора
231	3 св.	—	имел	имело
240	15 св.	—	gelatinosum	gelatinosum
257	13 сн.	—	диаметром 150 милл.	диаметром 750 милл.
271	19 сн.	—	18 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> воды	18 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> сух. веш.
273	25 сн.	—	200 пуд.	2000 пуд.
273	24 сн.	—	48,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	49,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
277	8 сн.	—	змеевки	змеевики
280	7 св.	—	15,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> воды	15,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> сух. веш.
307	23 св.	—	Соковый	Соковой
307	26 св.	—	соковый	соковой
309	12 св.	—	способность	особенность
330	5 сн.	—	90×1×4=3600	90×1×40=3600
335	20 сн.	—	приближающийся	приближающийся
336	8 св.	—	диффузионный	диффузионный
339	10 сн.	—	произведенные	произведенные

---

# ПРОСПЕКТ

## „ЭНЦИКЛОПЕДИИ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА“

Профессора М. Д. Зуева.

Том III-й.

ГЛАВА IX.

### Выпаривание сока.

1. Количество сока, поступающего в выпарку, и количество выпариваемой из него воды.
2. Принцип многократного использования тепла пара с целью выпаривания сока.
3. Границы многократного использования тепла пара с вышеуказанной целью.
4. Принципы действия выпарок с разрежением, под давлением и компрессией сокового пара.
5. Конструкция выпарных аппаратов разных систем (Роберта, Елинека, Кестнера, Буффало, Зуева, Брандта, Витковича и др.
6. Достоинства и недостатки выпарных аппаратов каждой из вышеуказанных систем.
7. Арматура, паропроводы, ловушки, водоотводчики выпарных аппаратов.
8. Установка выпарных аппаратов с проверкой прочности.
9. Условия передачи тепла от пара через металлическую стенку к кипящей жидкости.
10. Влияние различных факторов на величину коэффициента передачи тепла поверхностей нагрева отдельных корпусов выпарки разных систем.
11. Сплетные данные величин коэффициентов передачи тепла поверхностей нагрева отдельных корпусов выпарки.
12. Выбор схемы распределения соковых паров из разных корпусов выпарки.
13. Расчет многокорпусной выпарки с разрежением.
14. Расчет многокорпусной выпарки под давлением.
15. Расчет многокорпусной выпарки с компрессией сокового пара.
16. Сравнительные выводы на основании расчетов выпарок разных систем в отношении потребления ими пара и размера их площадей нагрева.
17. Графический расчет выпарки.
18. Оценка соковых паров из разных корпусов выпарки.
19. Расчет потери тепла многокорпусной выпаркой.
20. Изоляция выпарных аппаратов и оценка таковой из разных изолирующих материалов.
21. Контроль работы выпарки.
22. Механические и химические процессы, происходящие в выпарке.
23. Причины ненормальностей в работе выпарки и меры к их устранению.
24. Разные способы очистки поверхностей нагрева выпарных аппаратов.
25. Механическая очистка сиропа (филтрация через ткань, целлюлозу и др. вещества).
26. Конструкция, механических фильтров для сиропа разных систем.
27. Химическая очистка сиропа (сернистой кисл. и др. веществами).
28. Устройство, размеры сульфитационных котлов и серных горелок.
29. Физические свойства и химический состав сиропа.

ГЛАВА X.

**Варка сиропа.**

1. Теоретические и опытные основания кристаллизации сахара из чистых и нечистых водных растворов его.
2. Принципы действия и устройство вакуум-аппаратов.
3. Конструкция вакуум-аппаратов разных систем (Лира, Маслова, Грейнера, Лекса, Битковича, Фанина, Беруонского и др.).
4. Достоинства и недостатки вакуум-аппаратов разных систем.
5. Влияние разных факторов на величину коэффициента передачи тепла поверхности нагрева вакуум-аппарата.
6. Расчет размеров поверхностей нагрева вакуум-аппаратов.
7. Установка вакуум-аппарата с проверкой прочности.
8. Теория и практика уваривания сиропа на кристалл в вакуум-аппарате.
9. Контроль процесса варки сиропа в вакуум-аппарате.
10. Механические и химические процессы, происходящие при варке сиропа.
11. Нечормальности в процессе варки сиропа и меры к их устранению.

ГЛАВА XI.

**Кристаллизация утфеля.**

1. Теоретические и опытные основания кристаллизации утфеля в покое и в движении.
2. Конструкция и действие мешалок-кристаллизаторов разных систем.
3. Установка мешалок и проверка прочности.
4. Принцип непрерывной кристаллизации утфеля и практическое осуществление его.
5. Контроль кристаллизации утфеля в мешалках.
6. Причины ненормальностей кристаллизации утфеля в мешалках и меры к их устранению.
7. Физические качества и химический состав утфеля.

ГЛАВА XII.

**Фуговка и пробелка утфеля.**

1. Теоретические и опытные основания пробелки и фуговки утфеля.
2. Конструкция центрофуг разных систем (Вестона, Рудольфа, Гампля и др.); достоинства и недостатки каждой из них.
3. Установка и трансмиссия центрофуг.
4. Проверка прочности барабанов центрофуг.
5. Правила безопасности обращения с центрофугами.
6. Контроль фуговки и пробелки утфеля.

ГЛАВА XIII.

**Сушка и хранение сахарного песка.**

1. Конструкция, транспортеров, шнеков, элеваторов для сахарного песка.
2. Теоретические и опытные основания сушения сахарного песка.
3. Конструкция сушильных аппаратов разных систем для сахарного песка.
4. Устройство сушильного и бочкового отделения.
5. Устройство сахарных складов отапливаемых и неотапливаемых.
6. Изменения сахарного песка при хранении, транспортировании.

ГЛАВА XIV.

**Переработка оттеков.**

1. Количество и качество оттеков.
2. Теоретические и опытные основания кристаллизации сахара из оттеков при уваривании их на кристалл и при охлаждении утфеля в движении.

3. Разные способы переработки утфеля и оценка таковых.
4. Конструкция паточных вакуум-аппаратов разных систем и их сравнительная оценка.
5. Расчет размеров поверхности нагрева паточного вакуум-аппарата.
6. Конструкция мешалок-кристаллизаторов для утфелей из оттеков.
7. Конструкция центрифуг для фуговки утфелей из оттеков.
8. Контроль варки, кристаллизации и фуговки утфелей из оттеков.
9. Количество и качество желтого сахара.
10. Разные способы утилизации желтого сахара.

## Г Л А В А XV.

### Мелясса и использование ее.

1. Химический состав меляссы и выход ее по весу свеклы.
2. Теоретические и опытные основания патокообразования.
3. Разные способы извлечения сахара из меляссы (сепарация, осмос и др.) и сравнительная оценка их.
4. Мелясса, как кормовое средство.
5. Мелясса, как материал разных производств.

## Г Л А В А XVI.

### Химиико-технический контроль производства.

1. Методы химического исследования сырья, полупродуктов и продукта сахарного производства.
2. Систематический расчет полупродуктов и продукта.
3. Методы технического контроля.
4. Ведение журнала и составление химиико-технического учета производства.

