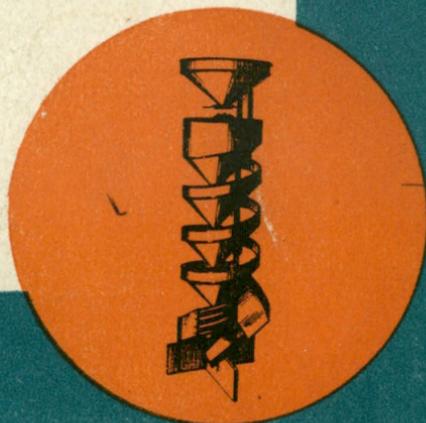


36.87
Б20

В. Е. БАЛАШОВ, В. В. РУДОЛЬФ

ТЕХНИКА
И ТЕХНОЛОГИЯ
ПРОИЗВОДСТВА ПИВА
И БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ
НАПИТКОВ



36.87
Б.20

В. Е. БАЛАШОВ, В. В. РУДОЛЬФ

ТЕХНИКА
И ТЕХНОЛОГИЯ
ПРОИЗВОДСТВА ПИВА
И БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ
НАПИТКОВ

В. В. РУДОЛЬФ

ADIB SO'IBIR TERMIZIY NOMIDAGI
SURXONDARYO VILOYATI AXBOROT
KUTUBXONA MARKAZI
Koj. № 79967
34-3085 2008y.

ОТДЕЛЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
И МАШИНОСТРОЕНИЯ
МОСКВА

МОСКВА

«ЛЕГКАЯ И ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»

1981

ББК 36.87
Б20
УДК 663.4

Техника и технология производства пива и безалкогольных напитков. Балашов В. Е., Рудольф В. В.,— М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981, с. 248.

В книге приведено описание нового, прогрессивного, высокопроизводительного технологического оборудования (отечественного и зарубежного), эксплуатируемого на солодовенных, пивоваренных и безалкогольных заводах нашей страны. Особое внимание уделено экономическому обоснованию новых технологических схем производства солода, пива, безалкогольных напитков, а также основным направлениям в развитии этих отраслей. Описаны новые технологические приемы, позволяющие значительно интенсифицировать технологию и улучшить качество солода, пива и безалкогольных напитков, и способы повышения стойкости напитков. Приведены необходимые эксплуатационные расчеты оборудования.

Книга рассчитана на широкий круг специалистов пиво-безалкогольной промышленности.

Введение и главы I, V, VI, VII, VIII написаны В. Е. Балашовым, гл. II, III и IV — В. В. Рудольфом.

Материалы иллюстрированы схемами, графиками, рисунками.

Таблиц 10. Иллюстраций 112. Список литературы — 26 названий.

Рецензенты: канд. техн. наук. Н. П. БОЙКО и Н. М. СЕРГЕЕВА, инж. В. Д. ШИШИН.

Б $\frac{31709-031}{044(01)-81}$ 31—81(П.П.) 2908000000

© Издательство
«Легкая и пищевая промышленность»,
1981 г.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее десятилетие на пиво-безалкогольных предприятиях широко внедрены новые, высокоэффективные технологические процессы производства солода, пива и безалкогольных напитков, что позволило значительно интенсифицировать технологию этих продуктов и, как следствие, увеличить их производство.

Прирост мощностей предприятий пиво-безалкогольной отрасли за 1976—1980 гг. в процентах к состоянию на 1/1 1976 г. составил: по производству пива 13,8, солода 14,5, безалкогольных напитков 10,4 и минеральных вод — 25,7.

Ввод мощностей в десятой пятилетке позволил увеличить выпуск в 1980 г. по сравнению с 1975 г. пива на 9,7%, безалкогольных напитков на 11,9 и минеральных вод на 27%.

Основное количество пиво-безалкогольной продукции выпускается на предприятиях Минпищепрома СССР, в системе которого на 1/1 1980 г. действовало более 2400 предприятий. Следует, однако, отметить, что в их число входит еще большое количество мелких малопроизводительных предприятий, сдерживающих концентрацию производства и затрудняющих внедрение высокопроизводительной техники и новейшей технологии.

В ближайшие годы намечено строительство пивоваренных заводов производительностью 6,5—10 млн. дал, солодовен — 80 тыс. т и производств безалкогольных напитков — 5,0 млн. дал в год. При этом особое внимание обращается на соответствующее географическое размещение отрасли в целях выравнивания диспропорции в производстве пива по районам страны.

В предыдущие годы отечественная пивоваренная промышленность развивалась в основном на базе классической технологии пивоварения, а безалкогольная — на базе производства напитков методом дозирования купажного сиропа в бутылку и последующего разбавления его газированной водой.

Солод на отечественных заводах вырабатывается в основном на ящичных солодовнях, большое количество которых оснащено солодovorошителями типа «передвижная грядка». При варке Жигулевского пива широко используются несоложенные материалы и ферментные препараты.

Затирание солода на большинстве пивоваренных заводов осуществляется декокционным двухотварочным способом. Приготовление суслу производится преимущественно в четырехаппаратных варочных агрегатах АВ-4-1—5,0, а на заводах небольшой мощности—в двухаппаратных варочных агрегатах АВ-2-0,6—1,0 завода «Латпищемаш». Крупные пивоваренные заводы оснащены шестиаппаратными варочными агрегатами завода «Латпищемаш» на 5 т единовременной засыпки зернопродуктов.

Научно-производственным объединением пиво-безалкогольной промышленности создана конструкция, а заводом «Латпищемаш» освоено производство отварочного аппарата ВБК-1,5П и сборника суслу, внедрение которых позволило увеличить оборачиваемость стандартных варочных агрегатов.

В 1978 г. начато оснащение крупных пивоваренных заводов автоматизированными варочными агрегатами на 3 и 5,5 т единовременной засыпки зернового сырья.

Осветление и охлаждение суслу ведется в большинстве случаев в закрытой системе отстойных чанов и пластинчатых теплообменников, а на пивоваренных заводах большой мощности для осветления суслу применяются сепараторы Плавского завода «Смычка».

Главное брожение ведется в открытых железобетонных бродильных чанах или закрытых алюминиевых танках, как правило, при температуре 5—9—5°C в течение 5—8 сут.

Дображивание осуществляется в вертикальных и горизонтальных танках вместимостью от 1000 до 6000 дал при температуре от 0 до +4°C и давлении диоксида углерода от 0,03 до 0,06 МПа в течение 21 сут (для Жигулевского пива).

На ряде пивоваренных заводов внедрен способ непрерывного брожения и дображивания пива, обеспечивающий приготовление пива за 14 сут при непрерывной работе в течение двух месяцев без остановки на дезинфекцию. Способ непрерывного брожения и дображивания пива получил распространение пока только в нашей стране. Широкое внедрение его позволит обеспечить значительный прирост мощности.

В десятой пятилетке на пивоваренных заводах получили широкое внедрение цилиндрикоконические бродильные аппараты, позволяющие интенсифицировать процессы брожения и дображивания пива за счет совмещения их в одном аппарате.

Осветление пива на большинстве заводов большой и средней мощности проводится на сепараторах Плавского завода «Смычка» и диатомитовых фильтрах Костромского механического завода им. XVII партсъезда.

За последние годы постоянно увеличивается выпуск бутылочного пива.

Розлив пива и безалкогольных напитков осуществляется в основном на автоматических линиях розлива производительностью 3—6—12 тыс. бутылок в час. Заводы средней и крупной мощности

оснащены автоматическими линиями розлива производительностью 12—30 тыс. бутылок в час.

Насыщение безалкогольных напитков диоксидом углерода производится на автоматических сатураторах производительностью 3 и 6 тыс. л в час. На заводах широко применяется охлаждение воды и купажного сиропа с помощью компрессионных аммиачных холодильных установок. Белый сахарный сироп готовят исключительно горячим способом в сироповарочных котлах, снабженных паровой рубашкой.

В настоящее время на заводах безалкогольных напитков начали внедрять установки отечественного производства для приготовления напитков синхронно-смесительным способом и разливно-укупорочные блоки для налива готового напитка производительностью 6 и 12 тыс. бутылок в час.

Одним из основных направлений развития безалкогольной отрасли в нашей стране является специализация и концентрация производства на базе централизованного изготовления концентратов безалкогольных напитков и строительства в местах потребления высокомеханизированных заводов и цехов, предназначенных для розлива напитков, и для приготовления кваса из концентрата квасного сусла.

Приготовление квасного сусла из концентрата на этих заводах будет сводиться к простому растворению концентрата в воде. Дальнейший процесс приготовления кваса будет идти обычным путем. Потери экстрактивных веществ при производстве кваса из концентрата квасного сусла в 3 раза меньше, чем при использовавшемся ранее настольном способе приготовления сусла из квасных хлебцев. Уже в настоящее время квас готовят преимущественно из концентрата квасного сусла, который вырабатывается на специализированных заводах и централизованно поставляется на заводы.

Для сбраживания квасного сусла применяют чистые культуры дрожжей и молочнокислых бактерий, а также прессованные хлебопекарные дрожжи. Для брожения используют открытые бродильные чаны и бродильно-купажные аппараты.

На отдельных предприятиях осуществлена комплексная механизация погрузочно-разгрузочных и транспортных работ, в том числе с применением поддонов для пакетных погрузочно-разгрузочных и складских операций.

Следует отметить, что увеличение выпуска пиво-безалкогольной продукции при значительном повышении ее качества невозможно без широкого внедрения законченных научно-исследовательских работ и опытно-конструкторских разработок, выполненных НПО ПБП, а также достижений мировой практики пивоварения и производства безалкогольных напитков, которые авторы постарались осветить в предлагаемой вниманию читателя книге.

Необходимый прирост мощностей по производству пива, солода, безалкогольных напитков и минеральных вод предполагается осуществить за счет более широкого применения высокоактивных

штаммов дрожжей, ферментных препаратов, активаторов роста солода, замены устаревшего оборудования более производительным, полного использования мощностей действующего оборудования и лучшей организации труда.

При проектировании новых заводов и реконструкции действующих в основу развития отрасли должны быть положены наиболее эффективные технические и технологические решения. Максимальная концентрация производства пиво-безалкогольных напитков должна осуществляться за счет строительства крупных заводов.

Глава I. ПРОИЗВОДСТВО СОЛОДА

В Советском Союзе производство солода сосредоточено в основном в системе Минпищепрома СССР и только 5—8% от общего производства солода вырабатывают предприятия Центросоюза и других организаций.

Эта отрасль промышленности представлена большим числом мелких малопроизводительных предприятий, 87% которых имеют производительность до 10 тыс. т солода в год, что значительно тормозит дальнейшую концентрацию производства и внедрение более производительной техники и новейшей технологии. Поэтому основным направлением в увеличении производства солода и повышении производительности труда в данной отрасли должно стать строительство солодовен производительностью 40—80 тыс. т солода в год.

В нашей стране значительная часть пивоваренных заводов работает на солоде собственного производства.

В соответствии с общими тенденциями развития солодовенного производства в последние годы на отечественных солодовенных предприятиях получает распространение технологическая схема производства ячменного солода, предусматривающая совмещение процессов замачивания ячменя, солодоращения и сушки солода в одном и том же аппарате. Этот способ позволяет значительно сократить продолжительность процесса получения солода, снизить расход воды, металлоемкость оборудования и т. д.

Приготовление солода по указанному способу организовано на Останкинском пивоваренном заводе в Москве, Бердичевском солодовенном комбинате и в солодовенном цехе Нарткалинского химкомбината.

Интенсификация процессов производства солода на действующих солодовнях с небольшими капитальными затратами и в более короткие сроки может быть осуществлена за счет внедрения более упрощенной технологической схемы производства солода, предусматривающей совмещение в одном аппарате только замачивания ячменя и ращения солода. Сушка свежепросоженного солода при этом способе проводится на сушилке по принятой на заводе технологии.

Для увеличения производительности ящичных солодовен в ближайшие годы предусматривается внедрение автоматизирован-

ных штопорных ворошителей с механизированной выгрузкой солода, работающих в толстом слое при ширине ящика до 7 м и единовременной загрузке его 250—300 т, а для солодовен типа «передвижная грядка» — ковшовых ворошителей типа РЗ-ВВК-4,5 с удлинителем переброса.

В ближайшее время должны найти широкое применение различные активаторы процесса солодоращения, в том числе гиббереллин, молочная кислота и диаммонийфосфат. Это позволит сократить продолжительность процесса приготовления солода, увеличить выход готового продукта, повысить экстрактивность солода и сократить производственные потери.

ТЕХНОЛОГИЯ ЗАМАЧИВАНИЯ ЯЧМЕНЯ И РАЩЕНИЯ СОЛОДА В ОДНОМ АППАРАТЕ

При использовании этого способа зерно замачивают в течение 36—44 ч посредством орошения с помощью форсунок, которые устанавливаются стационарно вдоль солодорастильного ящика или на солодворошителе. Технологический режим орошения зависит от качества ячменя. По достижении необходимой влажности зерна солодорастильный аппарат переводят на режим рашения. Процесс рашения длится 5,0—5,5 сут.

Преимущества данного способа заключаются в сокращении цикла приготовления солода с 9,0—10 до 7,5—8,0 сут, сокращении расхода воды на замачивание с 10 до 2 м³ на 1 т ячменя, отпадает надобность в оборудовании замочного отделения, обеспечивается более рациональное ведение процесса солодоращения.

Экономический эффект от внедрения такой технологии по солодовенному цеху Нарткалинского химкомбината мощностью 17 000 т солода в год составляет 40 000 руб. в год.

Получение солода при этом способе ведется по следующему регламенту. Сортированный, взвешенный, продезинфицированный и промытый ячмень подают непосредственно в солодорастильный ящик и солодворошителем распределяют его на сите ящика равномерным слоем толщиной 55—65 см.

Затем проводят замачивание зерна, при котором происходит физиологическое пробуждение зародыша. Первое орошение через форсунки, установленные на ворошителе, проводят через 4—6 ч от начала загрузки ячменя на сито. Последующие орошения зерна проводят через каждые 6—8 ч в зависимости от качества ячменя в течение всего периода замачивания, которое продолжается, как сказано выше, 36—44 ч до достижения влажности ячменя 44—45%.

Температура воды, используемой для орошения, должна быть 12—14°C.

В процессе замачивания зерновую массу продувают воздухом, каждый час по 15 мин. Первая продувка проводится через 2 ч от начала замачивания. Параметры воздуха для продувки и методы продувки такие же, как и при классическом способе произ-

водства солода (относительная влажность воздуха 97—99%, температура 12°C).

После достижения требуемой влажности зерна прекращают орошение зерновой массы водой и ведут процесс рашения. На этом этапе происходит, как известно, накопление гидролитического ферментного комплекса и достигается необходимая степень растворения зерна солода, в связи с чем аэрация зерновой массы приобретает особо важное значение. Аэрацию проводят периодически или непрерывно в течение всего периода рашения. Параметры воздуха, принятые на предприятии, те же, что и при раздельном рашении солода.

Ворошение зерновой массы проводят по следующему режиму: первый день — 2 раза в сутки, температура зерна 12—14°C; второй-третий дни по 3 раза в сутки, температура зерна 15—18°C; четвертый-пятый дни — по 2 раза в сутки, температура зерна в зависимости от качества ячменя 18—20°C.

Продолжительность рашения солода составляет 5—5,5 сут.

ТЕХНОЛОГИЯ ЯЧМЕННОГО СОЛОДА ПО СПОСОБУ «СТАТИЧЕСКОЙ» СОЛОДОВНИ

Наиболее прогрессивным методом интенсификации производства солода на действующих предприятиях и снижения строительно-монтажных расходов при строительстве новых солодовенных заводов является технология солода с совмещением всех процессов непосредственно в солодорастильном аппарате по способу «статической» солодовни.

Производство солода по этому способу осуществляется в солодорастильных ящиках, размещенных в обособленных помещениях. Размер ящика по длине выбирается в зависимости от требуемой производительности завода, а по ширине — в зависимости от механизмов, применяемых для ворошения солода, — 4 или 7 м.

Высота слоя свежепросоженного ячменного солода в ящике 1,2 м. Каждый ящик должен иметь самостоятельную установку для кондиционирования воздуха, используемого при рашении солода, а также установку для нагрева воздуха за счет сжигания природных газов — для сушки солода.

Первые опыты производства ячменного солода по способу «статической» солодовни были проведены на Останкинском пивоваренном заводе.

Ячменный солод по этому способу получают по технологической схеме, приведенной на рис. 1. Очищенный и отсортированный ячмень из бункеров 3 направляют в моечный чан 4 для мойки и дезинфекции. Неполющенное зерно отделяют через приемное устройство 2 и направляют в сборник 1, откуда оно реализуется по назначению. Тщательно промытое и продезинфицированное зерно ополаскивают водой и передают в солодорастильный ящик 5, где осуществляют замачивание, рашение и сушку солода. Во время замочки зерно перемешивают и орошают водой при помощи фор-

сунок, установленных стационарно вдоль солодорастильного аппарата или на солодovorошители 6. Замочка зерна может быть совмещена с мойкой его, тогда остальные процессы производства солода осуществляют в солодорастильном ящике. Такой способ позволяет более рационально использовать солодорастильный ящик.

После того как зерно приобретет нужную влажность (44—45%) в солодорастильном ящике, что обычно достигается за 36—44 ч, начинается процесс рашения солода, во время которого проводят ворошение зерна по режиму.

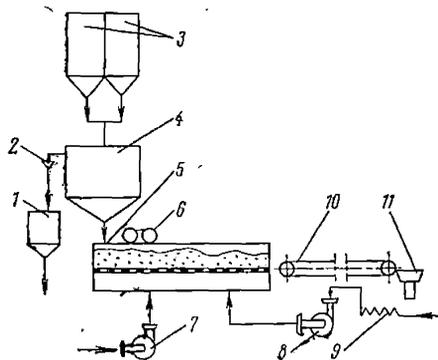


Рис. 1. Технологическая схема производства ячменного солода по способу «статической» солодовни.

В процессе рашения солода слой зерна продувают при помощи вентилятора 7 кондиционированным воздухом. Солодорастильный ящик снабжают рециркуляционными воздухопроводами. По истечении сроков рашения приступают к сушке солода. Сушку проводят горячим воздухом, подаваемым из специальных теплогазогенераторов 9 вентиляторами-дымососами 8. Когда влажность солода достигнет 3%, сухой солод направляют транспортером 10 в росткоотбойные машины 11.

Рашение солода ведут по следующему режиму. Продувку зерновой массы в ящике проводят в течение всего периода рашения, т. е. 5—5,5 сут. Относительная влажность продуваемого воздуха 96—99%, температура 12—14°C. По данным В. И. Попова, при периодическом способе аэрации расход воздуха составляет 300 м³/ч на 1 т ячменя. Температуру в слое солода регулируют продолжительностью продувания воздуха. По рекомендации НПО ПБП ворошение проводят в первый день — 2 раза в сутки, температура зерна должна быть в пределах 14—15°C; во второй и третий дни рашения — 3 раза в сутки, температура зерна должна быть в пределах 16—17°C; в четвертый и пятый дни рашения — 2 раза в сутки, температура зерна в зависимости от качества ячменя должна быть в пределах 17—18°C.

Время окончания рашения солода определяется лабораторией по существующим методикам. Максимальный расход воздуха в процессе рашения составляет 900 м³/ч на 1 т замачиваемого ячменя. Процесс сушки солода подразделяют на этап обезвоживания и этап нагревания сухого солода.

Процесс сушки начинают с подвяливания, которое достигается продуванием большого количества воздуха под решетки. Температурный режим сушки регулируют по температуре воздуха в под-

ситовом пространстве. Для контроля за режимом сушки в толщу солода вводят термометры на расстоянии 1 см от металлической решетки.

На высушивание солода большое влияние оказывает ворошение. Частое ворошение приводит к обезвоживанию солода, поэтому при сушке солода по способу «статической» солодовни ворошение следует проводить при достижении разности температур в нижнем и верхнем слое солода 10°С.

Пример расчета расхода кондиционированного воздуха на проращивание ячменя при производстве солода по способу «статической» солодовни

Потери сухих веществ (%) при изготовлении солода из Справочника по производству солода и пива принимаем следующие.

Сплыв при замачивании	1,0—1,2
Потери при замачивании	0,6—0,8
Потери за счет дыхания зерна при замачивании, солодоращении и сушке солода	5,5—6,0
На ростки	4,5—5,0
Итого	11,6—13,0

Каждый килограмм потерь сухих веществ, расходуемый на замачивание, дыхание, с ростками, при сушке солода выделяет 17982 кДж тепла (по данным Центральной научно-исследовательской лаборатории бродной промышленности). При максимальных потерях сухих веществ 13,0% в производстве солода из 1 т проращиваемого зерна выделяется $17982 \times 130 = 2337660$ кДж тепла.

При минимальных потерях сухих веществ (11,6%) из 1 т проращиваемого зерна выделяется

$$17982 \times 116 = 2085912 \text{ кДж тепла.}$$

С учетом потерь сухих веществ при замачивании ячменя и на образование ростков из 1 т проращиваемого зерна будет выделено соответственно

$$\frac{17982(13 - 1,2 - 0,8 - 5) 1000}{100} = 1078920 \text{ кДж;}$$

$$\frac{17982(11,6 - 1 - 0,6 - 4,5) 1000}{100} = 989010 \text{ кДж.}$$

Технологические параметры

Начальная влажность зерна $w_0 = 10\%$ мас.

Влажность замоченного ячменя $w_3 = 50\%$ мас.

Параметры воздуха после кондиционирования: $t_{\text{конд}} = 12^\circ\text{C}$; $\varphi_{\text{конд}} = 98\%$.

Температура в помещении $t_{\text{пом}} = 17^\circ\text{C}$.

Относительная влажность воздуха в помещении $\varphi_{\text{пом}} = 96\%$.

Расчет расхода кондиционированного воздуха ведется на 1 кг ячменя.

Удельная теплоемкость замоченного ячменя c_3

$$c_3 = c_0 \frac{100 - w_3}{100} + c_v \frac{w_3}{100} = 1,423 \frac{100 - 50}{100} + 4,1868 \frac{50}{100} = 2,805 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{K)},$$

где $c_0 = 1,423$ — удельная теплоемкость сухих веществ ячменя и ячменного солода, кДж/(кг·К);

$c_v = 4,1868$ кДж/(кг·К) — удельная теплоемкость воды.
Теплоемкость сырого солода $c_{с.с}$

$$c_{с.с} = 1,423 \frac{100 - 43}{100} + 4,1868 \frac{43}{100} = 3,198 \text{ кДж/(кг·К)}.$$

Выход замоченного ячменя из 1 кг сухого зерна составляет

$$m = 1 + \frac{w_3 - w_0}{100 - w_0} = 1 + \frac{50 - 10}{100 - 10} = 1,445 \text{ кг.}$$

Энтальпия замоченного ячменя

$$J_3 = c_3 m t_{\text{пом}};$$

$$J_3 = 2,805 \cdot 1,445 \cdot 17 = 68,9 \text{ кДж/кг.}$$

Принимаем $t_{3.з}$ (температуру замоченного зерна) равной $t_{\text{пом}}$ — температуре помещения.

Потери сухих веществ при дыхании m_1 (6% к массе замоченного ячменя) составят

$$m_1 = m \frac{100 - 6}{100} = 1,445 \cdot 0,94 = 1,36 \text{ кг.}$$

Определяем тепло, выделяемое при рашении 1 кг солода,

$$Q_p = 1078920 : 1000 = 1078,92 \text{ кДж.}$$

Энтальпия сырого солода

$$J_{с.с} = c_{с.с} m_1 t_{с.с};$$

$$J_{с.с} = 3,198 \cdot 1,36 \cdot 20 = 86,98 \text{ кДж/кг,}$$

где $t_{с.с}$ — температура сырого солода в конце рашения (20°C).

Потери тепла в окружающую среду составляют до 10% от общего количества тепла, выделяемого при замачивании и рашении солода.

$$Q_n = (J_3 + Q_p) \frac{10}{100} = (68,9 + 1078,92) 0,1 = 114,78 \text{ кДж/кг.}$$

Количество тепла, которое необходимо удалить из 1 кг солода путем проветривания воздухом, составит

$$Q = J_3 + Q_p - J_{с.с} - Q_n = 68,9 + 1078,92 - 86,98 - 114,78 = 946,06 \text{ кДж/кг.}$$

Энтальпия воздуха, выходящего из кондиционера, определяется как

$$J_v = c_v t_{\text{конд}} + c_n t_{\text{конд}} d\varphi + r d\varphi,$$

$$J_v = 1,005 t_{\text{конд}} + 1,88 t_{\text{конд}} d\varphi + 2500 d\varphi,$$

где $c_v = 1,005$ — удельная теплоемкость абсолютно сухого воздуха, кДж/(кг·К);

$c_n = 1,88$ — удельная теплоемкость водяного пара, кДж/(кг·К);

$r = 2500$ — теплота испарения воды при 0°C, кДж/кг.

По диаграмме $J-d$ при $t_{\text{конд}} = 12^\circ\text{C}$ и $\varphi_{\text{конд}} = 98\%$ влагосодержание воздуха $d = 8,6$ г/кг или 0,0086 кг/кг. Тогда

$$J_v = 1,005 \cdot 12 + 1,88 \cdot 12 \cdot 0,0086 \cdot 0,48 + 2500 \cdot 0,0086 \cdot 0,98 = 33,32 \text{ кДж/кг.}$$

Энтальпия отработавшего воздуха в помещении при $t_{\text{пом}} = 17^\circ\text{C}$, $\varphi_{\text{пом}} = 96\%$ и $d = 11,5$ г/кг составит

$$J_{о.в} = 1,005 \cdot 17 + 1,88 \cdot 17 \cdot 0,0115 \cdot 0,96 + 2500 \cdot 0,0115 \cdot 0,96 = 45,038 \text{ кДж/кг.}$$

Определяем расход воздуха

$$L = \frac{Q}{J_{о.в} - J_v} = \frac{946,06}{45,038 - 33,32} = 80,74 \text{ кг.}$$

При $t_{\text{конд}} = 12^\circ\text{C}$ объемная масса воздуха $\rho = 1,24 \text{ кг/м}^3$.
 Объем воздуха, поступающего на кондиционирование,
 $V = 80,74 : 1,24 = 65,11 \text{ м}^3$.

Таким образом, на 1 т сырого солода расход воздуха составит 65110 м^3 в ч.
 Продолжительность ращения солода — 5,5 суток, или 132 ч.
 Удельный расход воздуха составляет

$$V'_{\text{уд}} = 65110 : 132 = 493 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

С учетом коэффициента неравномерности подачи воздуха, равного 1,8, удельный расход воздуха составит

$$V_{\text{уд}} = 493 \times 1,8 = 887 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Пример расчета расхода воздуха и тепла на сушку солода по способу «статической» солодовни

Расчет расхода воздуха и тепла на сушку ячменного солода производится на 1000 кг неочищенного солода. Режим сушки, рекомендованный НИОУ ПБЛ, — при безостановочной работе сушилки.

Показатели влажности солода и средней температуры нагретого воздуха на отдельных стадиях сушки приведены в табл. 1.

Таблица 1

Режим сушки ячменного солода на отдельных стадиях сушки

Показатели	Стадии сушки					
	I	II	III	IV	V	VI
Конечная влажность солода, % мас.	38,0	30,0	17,0	8,0	4,7	3,4
Средняя температура нагретого воздуха, °C	40,4	45,0	52,0	58,0	72,0	85,0

Количество сырого солода, приходящееся на 1000 кг высушенного, составит

$$G_c = G_{c.c} \frac{100 - w_c}{100 - w_{c.c}} = 1000 \frac{100 - 3,4}{100 - 45} = 1756,3 \text{ кг},$$

где w_c и $w_{c.c}$ — соответственно влажность сухого и сырого солода, % мас.

Количество удаляемой влаги

$$W = G_c - G_{c.c}; W = 1756,3 - 1000 = 756,3 \text{ кг}.$$

Количество удаляемой влаги по стадиям сушки

$$\text{I стадия} \quad W_1 = 1756,3 \frac{45 - 38}{100 - 38} = 198,3 \text{ кг};$$

$$\text{II стадия} \quad W_2 = (1756,3 - 198,3) \frac{38 - 30}{100 - 30} = 178,0 \text{ кг};$$

$$\text{III стадия} \quad W_3 = (1558 - 178) \frac{80 - 17}{100 - 17} = 216,1 \text{ кг};$$

$$\text{IV стадия} \quad W_4 = (1380 - 216,1) \frac{17 - 8}{100 - 8} = 113,8 \text{ кг};$$

$$\text{V стадия} \quad W_5 = (1163,9 - 113,8) \frac{8 - 4,7}{100 - 4,7} = 36,4 \text{ кг};$$

$$\text{VI стадия} \quad W_6 = (1050,1 - 36,4) \frac{4,7 - 3,4}{100 - 3,4} = 13,7 \text{ кг}.$$

Расчет расхода тепла

Расход тепла, на сушку солода определяется по уравнению теплового баланса

$$Q_{\text{суш}} = L_{\text{суш}}(J - J_0) + Q_c + Q_{\text{п}} - c_{\text{в}} W t_1, \text{ кДж},$$

где $L_{\text{суш}}$ — расход воздуха, кг;

J — энтальпия отработавшего воздуха, кДж/кг;

J_0 — энтальпия свежего воздуха, кДж/кг;

W — количество выпариваемой из солода влаги, кг;

t_1 — температура сырого солода при загрузке в сушилку, °С;

Q_c — тепло, затрачиваемое на нагревание солода, кДж;

$Q_{\text{п}}$ — потери тепла, кДж;

$c_{\text{в}}$ — удельная теплоемкость испаряемой влаги, кДж/(кг·К).

Для удобства расчетов обозначим $c_{\text{в}} W t_1 - Q_c - Q_{\text{п}}$ через Δ и получим

$$Q_{\text{суш}} = L_{\text{суш}}(J - J_0) - \Delta.$$

Определение разницы между расходом тепла в действительной и теоретической сушилках

Определим расход тепла на нагревание солода по стадиям сушки.

I стадия

$$Q_{c_1} = G_c \cdot c_1 (t_2 - t_1),$$

где c_1 — удельная теплоемкость солода при конечной влажности I стадии;

t_1 — начальная температура солода, °С;

t_2 — конечная температура солода, °С.

$$c_1 = c_0 \frac{100 - w_{c_1}}{100} + c_{\text{в}} \frac{w_{c_1}}{100} = 1,423 \frac{100 - 38}{100} + 4,1868 \frac{38}{100} = 2,473 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}.$$

Тогда

$$Q_{c_1} = 1558 : 2,473 (25 - 17) = 30\,823 \text{ кДж};$$

II стадия

$$c_2 = 1,423 \frac{100 - 30}{100} + 4,1868 \frac{30}{100} = 2,252 \text{ кДж/кг};$$

$$Q_{c_2} = 1380 \cdot 2,252 (36 - 25) = 34\,185 \text{ кДж}.$$

III стадия

$$c_3 = 1,423 \frac{100 - 17}{100} + 4,1868 \frac{17}{100} = 1,893 \text{ кДж/кг}$$

$$\text{и } Q_{c_3} = 1163,9 \cdot 1,893 (45 - 36) = 19\,829 \text{ кДж};$$

IV стадия

$$c_4 = 1,423 \frac{100 - 8}{100} + 4,1868 \frac{8}{100} = 1,644 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$$

$$\text{и } Q_{c_4} = 1050,1 \cdot 1,644 (52 - 45) = 12\,084 \text{ кДж};$$

V стадия

$$c_5 = 1,423 \frac{100 - 4,7}{100} + 4,1868 \frac{4,7}{100} = 1,553 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$$

$$\text{и } Q_{c_5} = 1013,7 \cdot 1,553 (67 - 52) = 23\,614 \text{ кДж};$$

VI стадия

$$c_6 = 1,423 \frac{100 - 3,4}{100} + 4,1868 \frac{3,4}{100} = 1,518 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$$

и $Q_{с_6} = 1000 \cdot 1,518 (81 - 67) = 21\,252 \text{ кДж.}$

Энтальпия испаренной влаги определяется по формуле

$$J_{в} = c_{в} W_{п} t_{п}.$$

Энтальпия испаренной влаги по стадиям сушки.

I стадия $J_{в_1} = 4,1868 \times 198,3 \times 17 = 14114 \text{ кДж;}$

II стадия $J_{в_2} = 4,1868 \times 178 \times 25 = 18631 \text{ кДж;}$

III стадия $J_{в_3} = 4,1868 \times 216,1 \times 36 = 32572 \text{ кДж;}$

IV стадия $J_{в_4} = 4,1868 \times 113,8 \times 45 = 21441 \text{ кДж;}$

V стадия $J_{в_5} = 4,1868 \times 36,4 \times 52 = 7925 \text{ кДж;}$

VI стадия $J_{в_6} = 4,1868 \times 13,7 \times 67 = 3843 \text{ кДж.}$

Потери тепла через ограждение по опытным данным в летних условиях составляют $Q_{п.л} = 53382 \text{ кДж}$, в том числе по стадиям сушки:

I стадия $Q_{п.л_1} = 6071 \text{ кДж;}$

II стадия $Q_{п.л_2} = 6490 \text{ кДж;}$

III стадия $Q_{п.л_3} = 7118 \text{ кДж;}$

IV стадия $Q_{п.л_4} = 7327 \text{ кДж;}$

V стадия $Q_{п.л_5} = 10048 \text{ кДж;}$

VI стадия $Q_{п.л_6} = 16328 \text{ кДж.}$

Разницу в расходе тепла по стадиям сушки в летний период в теоретической и действительной сушилках определим по формуле

$$\Delta Q_{л} = c_{в} w t - Q_{с} - Q_{п}.$$

I стадия $\Delta Q_{л_1} = 14114 - 30823 - 6071 = -22780 \text{ кДж;}$

II стадия $\Delta Q_{л_2} = 18631 - 34185 - 6490 = -22044 \text{ кДж;}$

III стадия $\Delta Q_{л_3} = 32572 - 19829 - 7118 = 5625 \text{ кДж;}$

IV стадия $\Delta Q_{л_4} = 21441 - 12084 - 7327 = 8620 \text{ кДж;}$

V стадия $\Delta Q_{л_5} = 7925 - 23614 - 10048 = -25737 \text{ кДж;}$

VI стадия $\Delta Q_{л_6} = 3843 - 21252 - 16328 = -33737 \text{ кДж.}$

Расчет расхода воздуха

Расход воздуха (в кг) определяется по формуле

$$L = \frac{W \cdot 1000}{d - d_0},$$

где d — влагосодержание обработавшего воздуха, г/кг;

d_0 — влагосодержание свежего воздуха, г/кг.

При расчете принимаются следующие параметры свежего воздуха для летних условий средней полосы европейской части РСФСР:

относительная влажность воздуха (φ_0) = 55%;

температура воздуха (t_0) = 19,1°C;

влагосодержание воздуха (d_0) = 7,4 г/кг;

энтальпия воздуха (J_0) = 38,5 кДж/кг.

Расчет расхода воздуха ведется по стадиям сушки.

I стадия. Влагосодержание отработавшего воздуха на первой стадии сушки по экспериментальным данным принимается равным 14,5 г/кг.

Расход воздуха

$$L_{л1} = \frac{198,3 \cdot 1000}{14,5 - 7,4} = 27\ 930 \text{ кг.}$$

Конечные параметры отработавшего воздуха на этой стадии $t_1 = 23^\circ\text{C}$; $\varphi_1 = 80\%$; $J_1 = 59,9$ кДж/кг.

II стадия. Влагосодержание отработавшего воздуха на этой стадии сушки равно 13,8 г/кг.

Расход воздуха

$$L_{л2} = \frac{178 \cdot 1000}{13,8 - 7,4} = 27\ 812 \text{ кг.}$$

Конечные параметры отработавшего воздуха $t_2 = 30^\circ\text{C}$; $\varphi_2 = 50\%$; $J_2 = 64,5$ кДж/кг.

III стадия. Влагосодержание отработавшего воздуха $d_3 = 13,2$ г/кг.

Расход воздуха

$$L_{л3} = \frac{216,1 \cdot 1000}{13,2 - 7,4} = 37\ 260 \text{ кг.}$$

Конечные параметры отработавшего воздуха $t_3 = 37^\circ\text{C}$; $\varphi_3 = 32\%$; $J_3 = 70,3$ кДж/кг.

IV стадия. Влагосодержание воздуха на этой стадии принимаем равным 12,3 г/кг.

Расход воздуха

$$L_{л4} = \frac{113,8 \cdot 1000}{12,3 - 7,4} = 23\ 224 \text{ кг.}$$

Конечные параметры воздуха $t_4 = 45^\circ\text{C}$; $\varphi_4 = 20\%$; $J_4 = 78,3$ кДж/кг.

V стадия. Влагосодержание d_5 принимаем равным 10,3 г/кг.

Расход воздуха

$$L_{л5} = \frac{36,4 \cdot 1000}{10,3 - 7,4} = 12\ 552 \text{ кг.}$$

Конечные параметры отработавшего воздуха $t_5 = 65^\circ\text{C}$; $\varphi_5 = 7\%$; $J_5 = 90,0$ кДж/кг.

VI стадия. Влагосодержание d_6 принимаем равным 8,9 г/кг.

Расход воздуха

$$L_{л6} = \frac{13,7 \cdot 1000}{8,9 - 7,4} = 9133 \text{ кг.}$$

Конечные параметры отработавшего воздуха $t_6 = 79^\circ\text{C}$; $\varphi_6 = 3,0\%$; $J_6 = 102,5$ кДж/кг.

Суммарный расход воздуха (в кг) на 1 т сухого солода за полный цикл сушки

$$\begin{aligned} L_{л.с} &= L_{л1} + L_{л2} + L_{л3} + L_{л4} + L_{л5} + L_{л6} = \\ &= 27\ 930 + 27\ 812 + 37\ 260 + 23\ 224 + 12\ 552 + 9133 = 137\ 911 \text{ кг.} \end{aligned}$$

Расчет удельной массы воздуха (в кг/м³) производится по формуле

$$\rho_b = \frac{P \left(1 + \frac{d_0}{1000} \right)}{462,05 \left(0,622 + \frac{d_0}{1000} \right) (273 + t)}$$

где P — давление воздуха, Па;
 d_0 — влагосодержание воздуха, г/кг;
 t — температура воздуха, °С.
 Удельная масса воздуха

$$\rho_{в1} = \frac{101\,337,3 \left(1 + \frac{7,4}{1000}\right)}{462,05 \left(0,622 + \frac{7,4}{1000}\right) (273 + 19,1)} = 1,2 \text{ кг/м}^3.$$

Объемный расход воздуха на 1 т сухого солода

$$L_n = 137\,911 : 1,2 = 114\,893 \text{ м}^3.$$

По стадиям сушки удельный расход воздуха составит:
 I стадия.

$$\rho_{в1} = \frac{101\,337,3 \left(1 + \frac{7,4}{1000}\right)}{462,05 \left(0,622 + \frac{7,4}{1000}\right) (273 + 40)} = \frac{351}{273 + 40} = 1,12 \text{ кг/м}^3;$$

II стадия

$$\rho_{в2} = \frac{351}{273 + 45} = 1,10 \text{ кг/м}^3;$$

III стадия

$$\rho_{в3} = \frac{351}{273 + 52} = 1,08 \text{ кг/м}^3;$$

IV стадия

$$\rho_{в4} = \frac{351}{273 + 58} = 1,06 \text{ кг/м}^3;$$

V стадия

$$\rho_{в5} = \frac{351}{273 + 72} = 1,02 \text{ кг/м}^3;$$

VI стадия

$$\rho_{в6} = \frac{351}{273 + 85} = 0,98 \text{ кг/м}^3.$$

Расчет расхода воздуха и тепла в зимних условиях производится аналогично. При этом принимаются общие потери тепла через ограждения в размере $Q_{п.з} = 82480$ кДж со следующим распределением их по стадиям сушки:

I стадия $Q_{п.з1} = 10886$ кДж;

II стадия $Q_{п.з2} = 11304$ кДж;

III стадия $Q_{п.з3} = 12142$ кДж;

IV стадия $Q_{п.з4} = 12560$ кДж;

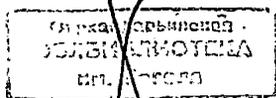
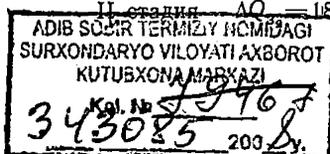
V стадия $Q_{п.з5} = 14654$ кДж;

VI стадия $Q_{п.з6} = 20934$ кДж.

Определим разницу в расходе тепла в зимний период в теоретической и действительной сушилке по стадиям сушки

I стадия $\Delta Q_{з1} = 14114 - 30823 - 10886 = -27595$ кДж;

II стадия $\Delta Q_{з2} = 18631 - 34185 - 110304 = -26859$ кДж;



$$\text{III стадия } \Delta Q_{3,3} = 32572 - 19829 - 12142 = 601 \text{ кДж};$$

$$\text{IV стадия } \Delta Q_{3,4} = 21441 - 12084 - 12560 = -3203 \text{ кДж};$$

$$\text{V стадия } \Delta Q_{3,5} = 7925 - 23614 - 14654 = -30343 \text{ кДж};$$

$$\text{VI стадия } \Delta Q_{3,6} = 3843 - 21252 - 20934 = -38343 \text{ кДж}.$$

Для определения максимального расхода тепла на сушку солода рассчитаем вначале расход воздуха по стадиям сушки в зимний период.

Принимаем следующие параметры свежего воздуха для зимних условий средней полосы европейской части РСФСР:

$$\text{Относительная влажность воздуха } \varphi_0 = 84\%$$

$$\text{Температура воздуха } t_0 = -8,9^\circ\text{C}.$$

$$\text{Влагосодержание воздуха } d_0 = 1,4 \text{ г/кг}$$

$$\text{Энтальпия воздуха } J_0 = 5,4 \text{ кДж/кг}$$

Расчет ведется по стадиям сушки.

I стадия. По экспериментальным данным влагосодержание отработавшего воздуха для солодовен средней полосы европейской части РСФСР $d_1 = 9,3$ г/кг.

Расход воздуха

$$L_1 = \frac{198,3 \cdot 1000}{9,3 - 1,4} = 25 \text{ 100 кг.}$$

Параметры отработавшего воздуха: $t_1 = 19^\circ\text{C}$; $\varphi = 70\%$; $J_1 = 41,9$ кДж/кг.

II стадия. Принимаем $d_2 = 8,7$ г/кг.

Расход воздуха

$$L_2 = \frac{178 \cdot 1000}{8,7 - 1,4} = 24 \text{ 383 кг.}$$

Параметры отработавшего воздуха: $t_2 = 25^\circ\text{C}$; $\varphi_2 = 45\%$; $J_2 = 49,4$ кДж/кг.

III стадия. Принимаем $d_3 = 7,7$ г/кг.

Расход воздуха

$$L_3 = \frac{216,1 \cdot 1000}{7,7 - 1,4} = 34 \text{ 302 кг.}$$

Параметры отработавшего воздуха: $t_3 = 37^\circ\text{C}$; $\varphi_3 = 20\%$; $J_3 = 52,9$ кДж/кг.

IV стадия. Принимаем $d_4 = 6,8$ г/кг.

Расход воздуха

$$L_4 = \frac{113,8 \cdot 1000}{6,8 - 1,4} = 21 \text{ 074 кг.}$$

Параметры отработавшего воздуха: $t_4 = 43^\circ\text{C}$; $\varphi_4 = 14\%$; $J_4 = 62,8$ кДж/кг.

V стадия. Принимаем $d_5 = 4,2$ г/кг.

Расход воздуха

$$L_5 = \frac{36,4 \cdot 1000}{4,2 - 1,4} = 13 \text{ 000 кг.}$$

Параметры отработавшего воздуха: $t_5 = 65^\circ\text{C}$; $\varphi_5 = 3,0\%$; $J_5 = 73,3$ кДж/кг.

VI стадия. Принимаем $d_6 = 2,8$ г/кг.

Расход воздуха

$$L_6 = \frac{13,7 \cdot 1000}{2,8 - 1,4} = 9786 \text{ кг.}$$

Параметры отработавшего воздуха: $t_6 = 79^\circ\text{C}$; $\varphi_6 = 0\%$; $J_6 = 83,7$ кДж/кг.

Суммарный расход воздуха на 1 т сухого солода за каждый цикл сушки

$$L_0 = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6 = 25100 + 24383 + 34302 + 21074 + 13000 + 9786 = \\ = 127645 \text{ кг.}$$

Средняя плотность наружного воздуха составит

$$\rho_v = \frac{1013337,3 \left(1 + \frac{1,4}{1000}\right)}{462,05 \left(0,622 + \frac{1,4}{1000}\right) [273 + (-8,9)]} = 1,34 \text{ кг/м}^3.$$

Объемный расход воздуха на 1 т сухого солода

$$L = L_c : \rho_v = 127\,645 : 1,34 = 95\,257 \text{ м}^3.$$

Расчет тепла на сушку солода

Расход тепла на сушку солода определяем по стадиям сушки в зимний период как наиболее холодный период года

I стадия $Q_1 = 25100[41,9 - (-5,4)] - (-27595) = 1214825 \text{ кДж};$

II стадия $Q_2 = 24383(49,4 + 5,4) - (-26859) = 1363047 \text{ кДж};$

III стадия $Q_3 = 34302(52,9 + 5,4) - (601) = 1999206 \text{ кДж};$

IV стадия $Q_4 = 21074(62,8 + 5,4) - (-3203) = 1440450 \text{ кДж};$

V стадия $Q_5 = 13000(73,3 + 5,4) - (-30343) = 1053443 \text{ кДж};$

VI стадия $Q_6 = 9786(83,7 + 5,4) - (-38343) = 910276 \text{ кДж}.$

Суммарный расход тепла составит

$$Q = 1\,214\,825 + 1\,363\,047 + 1\,999\,206 + 1\,440\,450 + 1\,053\,443 + 910\,276 = 7\,981\,247 \text{ кДж},$$

или на 1 кг испаренной влаги

$$q_{уд} = Q : W = 7981247 : 756,3 = 10553 \text{ кДж}.$$

Расчет сопротивления слоя солода

Расчет сопротивления слоя солода (в Па) производится по формуле

$$\Delta p = \frac{204 H v^{1,53}}{9,81},$$

где H — высота слоя солода, м;

v — скорость движения воздуха, м/с.

Высоту слоя солода определяем исходя из следующих соображений: нагрузка на 1 м² солодовенной решетки составляет 500 кг воздушно-сухого ячменя, а при выходе солода из ячменя, равном 80% мас., количество сухого солода на 1 м² решетки будет

$$m_{с.с} = 500 \cdot 0,8 = 400 \text{ кг}.$$

Тогда при насыпной плотности сухого солода 550 кг/м³ высота слоя будет равна

$$H_{с.с} = \frac{m_{с.с}}{\rho_{с.с} F} = \frac{400}{550 \cdot 1} = 0,73 \text{ м}.$$

По экспериментальным данным усадка слоя солода при сушке достигает 1/3 от начальной высоты. Тогда начальная высота слоя составит

$$H = \frac{0,73 \times 100}{66} = 1,11 \text{ м},$$

а наибольшее аэродинамическое сопротивление будет иметь место в начальный момент продувки слоя солода. При этом скорость воздуха v в соответствии с режимом сушки будет составлять 0,6 м/с и

$$\Delta p = \frac{204 \times 1,11 \times 0,6^{1,53}}{9,81} = 10,7 \text{ Па}.$$

Полученная величина сопротивления слоя солода является средней. Для подбора вентилятора необходимо учитывать неизбежную неравномерность давления воздуха по длине ящика.

Пример расчета теплогазогенераторной установки, работающей в «статической» солодовне

По рекомендации НПО ПБП нагрев воздуха и подачу его в подситовое пространство можно рассчитывать в несколько температурных стадий. Примем для упрощения расчета 3 стадии.

I стадия — воздух в количестве 150 000 м³/ч с температурой 50°C подают в подситовое пространство солодовенных ящиков в течение 15 ч;

II стадия — воздух в количестве 100 000 м³/ч с температурой 65°C подают в подситовое пространство в течение 15 ч;

III стадия — воздух в количестве 100 000 м³/ч с температурой 85°C подают в подситовое пространство в течение 8—12 ч.

Исходя из конструктивных соображений принимаем, что нагрев воздуха и подача его на сушку солода осуществляется двумя теплогазогенераторами и двумя дымсососами.

Расход тепла определяют при наиболее неблагоприятном варианте, т. е. при зимней расчетной температуре $t_{нар} = -22^\circ\text{C}$.

I стадия сушки

$$L_I = 150\,000 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$t_{нар} = -22^\circ\text{C};$$

$$t_{кон} = 50^\circ\text{C};$$

$K = 1,1$ — коэффициент запаса (на потери тепла);

$\rho = 1,246 \text{ кг/м}^3$ — средняя плотность воздуха.

Часовой расход тепла для каждой стадии сушки определяется по формуле

$$Q = Lc\rho K\Delta t.$$

$$Q_1 = L_I c_I \rho_I K \Delta t_I = 150\,000 \times 1,005 \times 1,246 \cdot 1,1 (50 + 22) = 14\,876\,500 \text{ кДж/ч.}$$

II стадия сушки

$$L_{II} = 100\,000 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$t_{кон} = +65^\circ\text{C};$$

$$\rho_2 = 1,222 \text{ кг/м}^3.$$

$$Q_2 = 100\,000 \times 1,005 \times 1,222 \times 1,1 \times (65 + 22) = 11\,753\,000 \text{ кДж/ч.}$$

III стадия сушки

$$L_{III} = 100\,000 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$t_{кон} = +85^\circ\text{C};$$

$$\rho_3 = 1,193 \text{ кг/м}^3$$

$$Q_3 = 100\,000 \times 1,005 \times 1,193 \times 1,1 (85 + 22) = 14\,111\,800 \text{ кДж/ч.}$$

В соответствии с вычисленными расходами тепла определяют необходимый расход газа на нагрев воздуха для сушки солода.

$$V_{\text{макс}} = Q : q,$$

где q — теплота сгорания 1 м³ газа в нормальных условиях;

$$q = 35\,672 \text{ кДж/нм}^3.$$

I стадия сушки

$$V_{\text{макс}_1} = 14\,876\,500 : 35\,672 = 417 \text{ нм}^3/\text{ч};$$

II стадия сушки

$$V_{\text{макс}_2} = 11\,753\,000 : 35\,672 = 330 \text{ нм}^3/\text{ч};$$

III стадия сушки

$$B_{\text{макс.}} = 14\,111\,800 : 35\,672 = 396 \text{ нм}^3/\text{ч.}$$

Для подогрева воздуха, расходуемого на сушку солода, используют теплогазогенераторы, которые состоят из топки, смесительной камеры и дымососной установки.

Максимальный расход газа на один теплогазогенератор составляет $220 \text{ нм}^3/\text{ч}$.

С учетом состава природного газа, идущего на горение, расход кислорода на горение составляет $1,934 \text{ нм}^3/\text{нм}^3$ (воздух содержит 21% кислорода).

Следовательно, расход первичного воздуха, нагреваемого дутьевым вентилятором для поддержания горения, составит

$$\frac{1,934}{21} \cdot 100 = 9,21 \text{ нм}^3/\text{нм}^3.$$

Для обеспечения полного сгорания требуется избыток воздуха ($\alpha = 1,35$). Тогда

$$L' = 9,21 \cdot 1,35 = 12,43 \text{ нм}^3/\text{нм}^3.$$

Количество воздуха, подаваемого на горение в топку (первичный воздух),

$$L'' = 220 \cdot 12,43 = 2735 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Количество дымовых газов $V'_{\text{п.с}}$ при сгорании $1 \text{ нм}^3/\text{ч}$ природного газа составляет $V'_{\text{п.с}} = 12,43 \text{ м}^3/\text{ч}$, а всего газов в топке теплогазогенератора будет $V_{\text{п.с}} = 12,43 \times 220 = 2735 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Теплота сгорания 1 нм^3 природного газа, равная $35672 \text{ кДж}/\text{нм}^3$, расходуется на нагрев $12,43 \text{ м}^3$ дымовых газов в ч. Удельная теплоемкость всех компонентов продуктов сгорания $c_{\text{п.с}} = 1,37 \text{ кДж}/(\text{нм}^3 \cdot \text{К})$.

Определяем теоретическую температуру горения по формуле

$$t_{\text{п.с}} = \frac{q}{c_{\text{п.с}} V_{\text{п.с}}} = \frac{35\,672}{1,37 \times 12,43} = 2095^\circ\text{C}.$$

После топки воздух в количестве $L'' = 2735 \text{ м}^3/\text{ч}$, нагретый до $t = 1930^\circ\text{C}$, направляется в смесительную камеру, в которую подается вентилятором вторичный воздух с $t = -22^\circ\text{C}$ в количестве $L = 15\,500 \text{ м}^3/\text{ч}$.

После смешивания температура воздуха в камере составит 385°C . Для получения температуры воздуха, идущего на сушку солода, равной 50°C (при первой стадии сушки), необходимо провести смешивание первичного и вторичного воздуха с более холодным — третичным воздухом.

Общее количество воздуха с $t = 50^\circ\text{C}$ при первой стадии сушки солода согласно техническому регламенту после одного теплогазогенератора составляет

$$L_{\text{общ}} = 75\,000 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Следовательно, количество третичного воздуха, забираемого специальным патрубком снаружи, составляет

$$L_3 = 75\,000 - (15\,500 + 2735) = 56\,765 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Количество тепла, идущего на нагрев этого воздуха до $t = 50^\circ\text{C}$, в зимний период определяется как

$$Q_3 = 56\,765 \times 1,005 \times 1,246 \times 1,1 (50 + 22) = 5629760 \text{ кДж}/\text{ч.}$$

Количество тепла, поступающего с вторичным и первичным воздухом, будет равно

$$\begin{aligned} Q_{1,2} &= (15\,500 + 2735) \times 1,005 \times 1,246 \times 1,1 (50 + 22) = \\ &= 1\,808\,486 \text{ кДж}/\text{ч.} \end{aligned}$$

Общее количество тепла, идущее на сушку солода (на первой стадии), составляет

$$Q_{1,2} + Q_3 = 1\,808\,486 + 5\,629\,760 = 7\,438\,246 \text{ кДж/ч.}$$

Расход тепла на второй и третьей стадиях сушки солода будет соответственно меньше, чем на первой стадии.

Воздух, нагретый до температуры $+50^\circ\text{C}$, после каждого из теплогазогенераторов в количестве $75\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$ (I стадия сушки), до $+65^\circ\text{C}$ в количестве $50\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$ (II стадия сушки) и до $+85^\circ\text{C}$ в количестве $50\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$ (III стадия сушки) подается в подситовое пространство центробежным вентилятором (дымососом Д-18).

Необходимые параметры воздуха поддерживаются автоматически. Максимальные температура и влажность уходящего воздуха после

I стадии сушки	$t=40^\circ\text{C}$; $\varphi=75\%$;
II стадии сушки	$t=60^\circ\text{C}$; $\varphi=30\%$;
III стадии сушки	$t=80^\circ\text{C}$; $\varphi=10\%$.

На Бердичевском солодовенном заводе сушку светлого солода на подобной солодовне ведут в пять стадий при постепенном повышении температуры сушильного агента согласно приведенному ниже технологическому графику.

Стадия сушки	Продолжительность, ч	Температура воздуха в подситовом пространстве, $^\circ\text{C}$	Изменение влажности солода в нижнем слое, %
I	6—9	40—50	45—20
II	8—12	60—65	20—9
III	4—6	65—70	9—7
IV	2—3	70—75	7—5
V	4—6	80—85	3

Длительность сушки зависит от скорости сушильного агента и удельной нагрузки солода на сита и составляет до 36 ч.

Удельный расход горячего воздуха на сушку солода при продолжительности сушки 36 ч составляет по экспериментальным данным в зимний период $1760 \text{ м}^3/\text{ч}$, а в летний — $2200 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 т готового солода. При длительности сушки 30 ч расход воздуха соответственно составляет $2\,140$ и $2\,760 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 т солода.

По окончании сушки солод охлаждают до температуры $40—50^\circ\text{C}$ путем продувания свежего воздуха через слой горячего зерна. Воздух после сушки удаляется через шахты с вытяжным зонтом и клапаном.

Скорость движения воздуха в шахте $v_1=6,6 \text{ м/с}$, v_2 и $v_3=4,4 \text{ м/с}$.

Все горячие воздуховоды теплоизолируются.

Совмещение процессов замочки ячменя, ращения и сушки солода в одном аппарате позволяет сократить срок приготовления солода с 264 до 198 ч, снизить расход воды с 10 до $2 \cdot \text{м}^3$ на 1 т ячменя по сравнению с обычным способом. При этом исключается необходимость в оборудовании солодовенных цехов металлическими замочными чанами и солодосушилками и строительства здания для сушильного отделения.

Пример расчета экономического эффекта от внедрения технологии ячменного солода по способу «статической» солодовни

Совмещение всех технологических процессов — от замачивания ячменя до сушки солода — в одном аппарате обеспечивает сокращение производственных площадей, исключает потребность в оборудовании замочного отделения замочными чанами и солодосушилками, снижает удельные расходы топлива, электроэнергии, воды и рабочей силы.

Экономический эффект от внедрения технологии солода по способу «статической» солодовни исчислен путем сопоставления данных базового варианта с расчетным. За базовый приняты проектные данные солодовни в г. Курске. Данные расчетного варианта приняты применительно к строительству солодовни мощностью 40 тыс. т солода в год.

Исходные данные	Базовый вариант	Расчетный вариант
Годовая производительность, тыс. т	40	40
Общая площадь солодоращения, м ²	4017	2520
Высота подситового пространства, мм	2000	3000
Вместимость ящика или грядки, т воздушно-сухого ячменя	42	300
Тип ворошителя	Ковшовый	Шпиндельный
Скорость передвижения ворошителя при разгрузке, см/мин	12	20
Общий расход газа, нм ³ /т	141,3	140,25
Производительность ворошителя при разгрузке, т/ч	14	50
Общая площадь солодовни, м ²	12430	4220
Нагрузка на сита по сухому ячменю, кг/м ²	380	475
Численность обслуживающего персонала, человек	85	40
Расход воды на производство 1 т солода, м ³	11,2	2
Удельные капиталовложения по производственному корпусу, руб./т	97,5	65
Объем здания, м ³	89496	42000
Расход электроэнергии, кВт · ч/т	167,5	123,41

Расчет фонда заработной платы

Годовой фонд заработной платы при среднегодовой заработной плате одного работающего 1200 руб. составит:

$$\text{по базовому варианту} \quad 1200 \cdot 85 = 102000 \text{ руб.};$$

зарплата на производство 1 т солода

$$102000 : 40000 = 2,55 \text{ руб.};$$

по расчетному варианту

$$1200 \cdot 40 = 48000 \text{ руб.};$$

зарплата на производство 1 т солода

$$48000 : 40000 = 1,2 \text{ руб.}$$

Отчисления по фонду заработной платы производятся в размере 6,8% от годового фонда заработной платы и составят на единицу продукции:

$$\text{по базовому варианту} \quad \frac{102000 \cdot 6,8}{100 \cdot 40000} = 0,173 \text{ руб.};$$

по расчетному варианту

$$\frac{48000 \cdot 6,8}{100 \cdot 40000} = 0,082 \text{ руб.}$$

Расчет стоимости здания

При цене 1 м³ здания 21 руб. расходы на его ремонт и амортизацию в расчете на производство 1 т солода принимаются в размере 0,05% от стоимости здания. В нашем случае они составят

$$\frac{0,05 \cdot 89\,496 \cdot 21}{40\,000} = 2,35 \text{ руб.};$$

по базовому варианту

$$\frac{0,05 \cdot 42\,000 \cdot 21}{40\,000} = 1,10 \text{ руб.}$$

Расчет стоимости воды

При цене 1 м³ воды 10 коп. стоимость воды на производство 1 т солода составит

по базовому варианту

$$0,1 \cdot 11,2 = 1,12 \text{ руб.};$$

по расчетному варианту

$$0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ руб.}$$

Расчет затрат топлива, расходуемого на производство 1 т солода, исходя из цены 1 м³ газа 20 коп.

по базовому варианту

$$141,3 \times 0,02 = 2,83 \text{ руб.};$$

по расчетному варианту

$$140,25 \times 0,02 = 2,81 \text{ руб.}$$

Расчет затрат электроэнергии, идущей на производство 1 т солода, исходя из цены 1 кВт·ч 20 коп.

по базовому варианту

$$167,5 \times 0,02 = 3,35 \text{ руб.}$$

по расчетному варианту

$$123,41 \times 0,02 = 2,47 \text{ руб.}$$

Экономия затрат по изменяющимся статьям калькуляции себестоимости определится в сумме

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= 2,55 + 0,173 + 2,35 + 1,12 + 2,83 + 3,35 - 1,20 + 0,082 - 1,10 - 0,2 - 2,81 - 2,47 = \\ &= 4,51 \text{ руб./т.} \end{aligned}$$

Годовой экономический эффект в расчете на 1 т солода при коэффициенте эффективности 0,15 составит

$$\mathcal{E} = 4,51 + \{0,15 \times (97,5 - 65)\} = 9,385 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект в расчете на 40 тыс. т солода в год выразится в сумме

$$\mathcal{E}_r = 9,385 \times 40000 = 375,4 \text{ тыс. руб.}$$

ТЕХНОЛОГИЯ РЖАНОГО ФЕРМЕНТИРОВАННОГО СОЛОДА ПО СПОСОБУ «СТАТИЧЕСКОЙ» СОЛОДОВНИ

Исследованиями, выполненными НПО ЛБП и Киевским технологическим институтом пищевой промышленности, установлена возможность получения ржаного ферментированного солода по способу «статической» солодовни. Технология проверена в условиях Бердичевского солодовенного завода. В отличие от техноло-

гии ячменного солода, получаемого этим же способом, технология ржаного ферментированного солода предусматривает совмещение процессов мойки и замочки ржи в одном чане, а ращения, томления и сушки солода — в одном аппарате — солодорастильном ящике.

Технологическая схема производства ржаного ферментированного солода этим способом представлена на рис. 2.

Отсортированную рожь норией 1 и шнековым транспортером 2 подают на автоматические весы 3. Отвешенное количество ржи

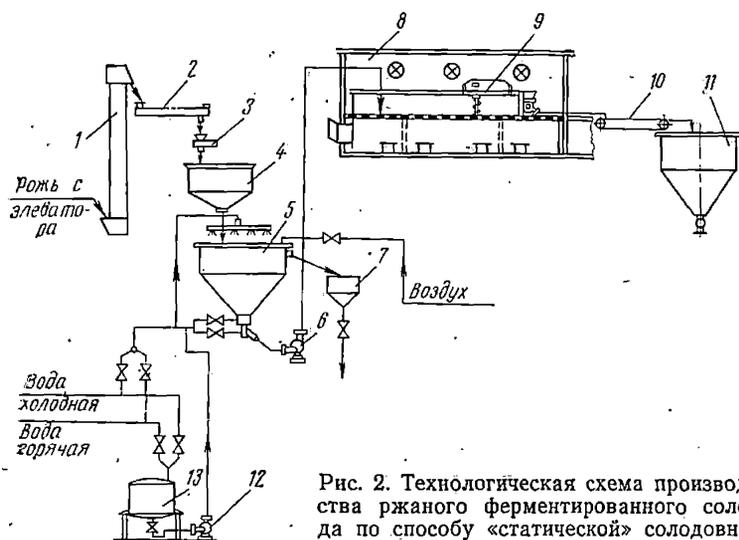


Рис. 2. Технологическая схема производства ржаного ферментированного солода по способу «статической» солодовни.

с весов поступает в накопительный бункер 4, а из него — в моечно-замочный чан 5. Во время мойки в моечно-замочный чан постоянно подают воду. Зерно при мойке перемешивают воздухом, при этом неполноценное зерно всплывает и через приемное устройство перемещается в бункер для сплава зерна 7. По окончании мойки зерно дезинфицируют. Дезинфектант готовят в сборнике 13, откуда его перекачивает насосом 12 в моечно-замочный чан 5. Замоченное зерно насосом 6 перекачивают на ращение, томление и сушку в солодорастильный ящик 8. Ворошение солода в процессе ращения и сушки, а также выгрузку готового сухого солода производят с помощью штопорного ворошителя 9, снабженного приспособлением для выгрузки солода. Затем солод транспортером 10 направляется в бункер 11 для хранения.

Получение ржаного солода ведется по следующему регламенту. Рожь очищают на сепараторах, затем сортируют по размерам на сортировочных машинах с отверстиями сит. размером 1,5; 1,8 и 2,2 мм.

Для замочки и ращения используют однородные по происхождению и размерам партии ржи, так как разнородное зерно обладает неодинаковой физиологической активностью, в связи с чем

оно замачивается и проращивается с различной скоростью. Натурная масса ржи должна колебаться в пределах от 685 до 730 г/л.

Необходимое количество ржи отвешивают на автоматических весах и передают в накопительный бункер. Моечно-замочные чаны, которые оборудуют ловушечным карманом для сбора сплава, эрлифтом и барботером для продувки и перемешивания зерна, имеют также патрубок для спуска воды из чана и предохранительную решетку с отверстиями диаметром не более 1,5 мм.

Затем моечно-замочный чан наполняют водой и загружают в него рожь из накопительного бункера. Зерно перемешивают с помощью эрлифта и оставляют в покое на час, после чего удаляют сплав, вновь перемешивают зерно и вторично удаляют остатки сплава. При удалении сплава непрерывно подают свежую воду снизу вверх с таким расчетом, чтобы она переливалась в карман-ловушки. Температура воды для мойки и замочки ржи должна быть 14—16°C.

После промывки зерна в чан заливают раствор дезинфектанта. Смесь тщательно перемешивают и оставляют зерно для обеззараживания на 2 ч. В качестве дезинфицирующих средств применяют хлорную известь, содержащую не менее 32% активного хлора (расход извести 300 г на 1 т зерна), перманганат или бихромат калия, расход которых составляет 25 г на 1 м³ воды.

Через 2 ч воду с дезинфектантом сливают, а зерно ополаскивают чистой водой. Общая длительность одного цикла мойки около 5—6 ч. Натурная масса вымытого зерна должна составлять около 650 г/л. Затем проводят замачивание зерна, при котором оно интенсивно перемешивается в воде. Скорость замачивания зависит от многих факторов, в частности, от температуры, величины зерен, химического состава ржи, интенсивности аэрации и т. д. Для этой цели наиболее пригодна мягкая вода. Из воды, содержащей железо, оно должно быть предварительно удалено.

Наиболее рациональные способы замачивания — воздушно-водяное и в непрерывном токе воды и воздуха. В обоих случаях замачивание проводят по специальному графику. Перед выгрузкой зерна температура последней воды должна быть не выше 15°C.

Степень замачивания контролируют по массе 1000 зерен ржи до и после замачивания. В том случае, если завод располагает достаточным количеством оборудования для ращения, томления и сушки солода, замачивание может быть проведено и в солодорастильном ящике. В этом случае вымытое зерно насосом перекачивают в солодорастильный ящик. Загрузку ведут из расчета 0,3 т сухого зерна на 1 м² площади сит. Первое ворошение зерна проводят сразу же после выгрузки его на гряду для разравнивания слоя. В дальнейшем ворошение проводят через каждые 6 ч, сопровождая его орошением зерна водой через форсунки, установленные на ворошителе, и продувкой воздухом. Замачивание считается законченным при влажности зерна 46—48%; обычно это достигается после 3—4 орошений (18—24 ч).

Ращение солода ведут при температуре в слое солода 13—16°C. Продувают зерно при ращении кондиционированным воздухом (t 10—12°C, ϕ 96—99%).

Ориентировочный расход воздуха на продувку солода около 16 тыс. м³ на 1 т солода. Длительность ращения солода в ящике 3 сут. На вторые и третьи сутки солод дополнительно увлажняют при ворошении до достижения влажности 52—55%. В процессе ращения солод ворошат 2—3 раза в сутки. Высота слоя солода к концу ращения достигает 65—70 см. Натурная масса солода по окончании ращения 500 г/л.

Томление ржаного солода, как сказано выше, проводят в том же ящике. Учитывая, что в низком слое самосогревания солода добиться трудно, его подогревают паром, который подают в подситовое пространство ящика. Подогрев проводят в начале процесса томления, подавая пар в течение 10 мин. Затем проводят ворошение солода и одновременно орошают его водой температурой 40°C. По достижении температуры солода 35—40°C и влажности 50—55% солод оставляют в покое для самосогревания. Через 14—18 ч температура солода в средней части слоя достигает 50°C.

Начиная со вторых суток томления солод продолжают подогревать паром, доводя температуру в средней части слоя на вторые сутки до 53—55°C, на третьи — до 60—63°C, а на четвертые и пятые — до 65—68°C.

Подогрев солода ведут непрерывно или периодически в зависимости от температуры в слое солода по схеме: на вторые сутки 3 ч с подогревом и последующие 3 ч без подогрева, на третьи и четвертые сутки соответственно 6 ч с подогревом и 3 ч без подогрева, и на пятые сутки 6 ч с подогревом и 6 ч без подогрева.

Для равномерного самосогревания солода на третьи и четвертые сутки солод ворошат. К концу томления влажность солода достигает 58—60%.

По окончании томления солод подвергают сушке, продувая через него горячий воздух от газогенератора. Для этого каждый солодорастильный ящик должен быть снабжен вентилятором. Расход воздуха на сушку 1 т солода составляет около 2 тыс. м³/ч. Температура воздуха для сушки должна постепенно возрастать с 60 до 80°C. Отсушку солода проводят при температуре 80°C до влажности 8%. Общая продолжительность сушки ферментированного солода ориентировочно составляет 45 ч. Ворошение солода проводят перед началом сушки, а в дальнейшем ворошат его через каждые 4 ч. Высушенный солод охлаждают, продувая воздух в течение 4—5 ч, и подают на хранение.

АКТИВАТОРЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ СОЛОДОРАЩЕНИИ

Активаторы стимулируют накопление ферментов в зерне во время его проращивания и ускоряют растворение зерна солода.

НПО ПБП разработана технология производства солода с использованием различных активаторов: гиббереллина, молочной

кислоты и диаммонийфосфата. Применение их при солодоращении позволяет сократить срок приготовления солода, увеличить выход готового продукта, повысить экстрактивность солода, сократить потери экстрактивных веществ и не требует сложного дополнительного технологического оборудования.

Экономический эффект от внедрения активаторов в солодовенном цехе Самаркандского пивоваренного завода, мощность которого 2700 т солода в год, составил около 16 тыс. руб.

При использовании гиббереллина расход его составляет 150—250 мг на 1 т ячменя. Учитывая, что гиббереллин плохо растворяется в воде, рассчитанное количество его растворяют в 96%-ном этиловом спирте из расчета 200 мг гиббереллина на 10 мл спирта, а затем спиртовой раствор смешивают с водой из расчета получения 10 л раствора на 1 т ячменя, или употребляют непосредственно в виде спиртового раствора.

Для интенсификации процесса ращения солода обычно применяют пищевую молочную кислоту второго сорта. Расход ее составляет 2 л на 1 т ячменя. Перед применением молочную кислоту разбавляют водой в соотношении 1:15.

Диаммонийфосфат пищевой кристаллический применяют в дозировке 0,9 кг на 1 т ячменя. За 3 ч до применения его готовят рабочий раствор, растворяя диаммонийфосфат в воде в соотношении 1:2—1:3.

Обработку зерна активаторами проводят следующими способами. При использовании гиббереллина. Первый способ: опрыскивание при перемешивании зерна раствором гиббереллина через сутки после начала ращения. Второй способ: обработка зерна гиббереллином в конце замочки. В этом случае спиртовой раствор гиббереллина приливают при перемешивании к замочной воде, которую не меняют в течение последних 8—10 ч замачивания.

Ращение обработанного гиббереллином ячменя ведут по обычному технологическому режиму. Полученный с применением гиббереллина солод сушат по общепринятому режиму для светлого солода.

Во избежание потемнения солода следует обращать особое внимание на температуру солода на верхней решетке и своевременное ворошение. Вследствие высокой ферментативной активности солода повышение температуры во время его сушки может привести к потемнению солода.

При использовании молочной кислоты и диаммонийфосфата зерновую массу в процессе соложения обрабатывают последовательно путем опрыскивания растворами молочной кислоты и диаммонийфосфата. В этом случае замачивание ячменя ведут до влажности 42—43% с учетом доувлажнения зерна растворами активаторов при ращении. Ращение солода проводят по общепринятой технологии. Спустя 5—6 ч после начала ращения зерно опрыскивают путем тонкого распыления при рав-

номерном смачивании всей массы раствором молочной кислоты, а через 26—28 ч от начала ращения—раствором диаммоний-фосфата.

СОЛОДОВОРОШИТЕЛИ «ПЕРЕДВИЖНАЯ ГРЯДКА» ТИПА ВВК С УДЛИНИТЕЛЕМ ПЕРЕБРОСА

В целях дальнейшей механизации работ по ворошению зерновой массы при производстве солода в пневматических солодовнях с передвижной грядкой и разгрузки солода из ящиков НПО БПБ разработана конструкция солодovorошителя типа ВВК с удлинителем переброса различных типоразмеров.

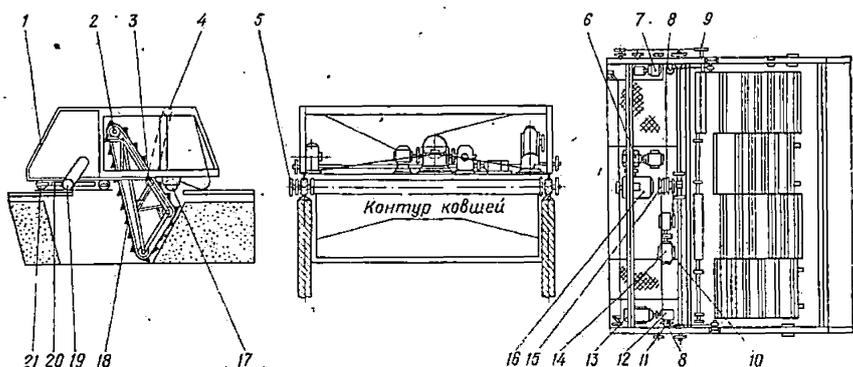


Рис. 3. Солодovorошитель типа ВВК.

В отличие от серийно выпускаемых ворошителей типа ВВС, обеспечивающих механизированное ворошение солода путем постепенного перемещения его по мере прорастания на решетке солодорастильного ящика в одну сторону, имеющих длину переброса 1,5 м и ограничивающих длину грядки при двукратном перебросе 24 м, ворошители типа ВВК имеют длину переброса 3 м и позволяют увеличить длину грядки до 48 м.

Ворошитель ВВК в комплекте с передвижной тележкой может обслуживать группу пневматических ящичных солодовен.

Солодovorошитель типа ВВК, так же, как и солодovorошитель типа ВВС, снабжен ворошителями типа ковшовой норки.

Солодорастильный ящик должен иметь гладкие бетонные стены и ситовое днище, изготовленное из оцинкованной или нержавеющей стали.

Основными узлами ворошителя (рис. 3) являются: тележка ворошителя, ворошитель ковшовой, механизм подвеса ковшей, транспортер-удлинитель, приводные устройства, электрооборудование.

Тележка 1 представляет собой сварную конструкцию из двутавровых и швеллерных балок. Она устанавливается на корпусе колес 19, 17.

В зависимости от типоразмера ворошителя рама имеет четыре размера по ширине.

Привод тележки 6 обеспечивает перемещение ее вперед и назад. Он состоит из электродвигателя с редуктором, выходной вал которого соединяется с коробкой скоростей 16 крестовой муфтой. Одна из частей крестовой муфты выполнена в виде звездочки. Наличие коробки скоростей позволяет тележке двигаться вперед с двумя рабочими скоростями. Скорость рабочего хода при выгрузке 0,108 м/мин, при ворошении 0,35 м/мин, скорость заднего хода 5,55 м/мин.

Крутящий момент от коробки скоростей передается на задние колеса цепной передачей через вал 10, который состоит из двух половин, соединенных муфтой. Нижняя половина вала имеет по две опоры, снабженные сферическими двухрядными шарикоподшипниками, устраняющими перекос вала при его установке.

В средней части вала насажены звездочки переднего и заднего хода. Так как вал ворошителя имеет различную частоту вращения при переднем и заднем ходе, звездочка заднего хода, соединенная со звездочкой крестовой муфты, выполнена со свободным ходом, что дает возможность разорвать цепь привода заднего хода при выполнении переднего хода.

На торцах вала хода насажены две звездочки, которые цепной передачей соединены со звездочками задних ведущих колес.

Ворошитель ковшовый 18 состоит из рамы, вала привода ковшей, цепей с ковшами, звездочек нижних и верхних — натяжных, поддона с направляющими для цепей с ковшами, привода ворошителя и натяжного ролика.

Ворошитель забирает солод из ящика и передает его на транспортер-удлинитель 20.

Рама ворошителя состоит из трубчатых треугольников. К одной из вершин крепится вал привода ковшей, а к двум другим — звездочки верхние (натяжные) и нижние (отводные).

Ковши крепятся к цепям с шагом 385,6 мм. Нижний ряд ковшей имеет свою натяжную систему цепей.

Для зачистки сит от остатков солода в каждом ряду предусмотрены щетки, которые крепятся к цепям через каждые 5 ковшей. Ковшовая рама устанавливается на тележку ворошителя на подшипниках 2.

Вал привода ковшей приводится от электродвигателя 13 через редуктор 12 и цепную передачу 11.

Механизм подъема ковшей служит для подъема рамы с ковшами после окончания выгрузки или ворошения солода. Он состоит из лебедки, включающей барабан 15, направляющих роликов 8, блоков роликов — верхних 4 и нижних 3 и привода 14. Привод механизма подъема состоит из электродвигателя и редуктора.

Транспортер-удлинитель 20 служит для увеличения длины переброса солода. Он состоит из двух валов 21, на которые наса-

жены звездочки и барабаны, рамы с направляющими для цепей транспортера и привода 7.

Транспортерная лента крепится к цепям транспортера. На конце заднего вала транспортера-удлинителя насажен блок звездочек со свободным ходом 5, один конец которого соединяется с приводом транспортера, а другой посредством цепей — со звездочкой переднего вала 9.

Блок звездочек со свободным ходом дает возможность иметь постоянно ведущей верхнюю цепь при изменении направления движения транспортера.

Привод транспортера состоит из электродвигателя и редуктора. Ширина транспортера-удлинителя в зависимости от типоразмера должна соответствовать типоразмеру солодорастильного ящика, а длина — длине переброса солода в ящике.

В зависимости от числа солодорастильных ящиков и их расположения ворошитель может работать с передвижной тележкой и без нее. Исходным положением начала работы ворошителя является постановка его до упора в конце ящика или на передвижной тележке. В этих положениях концевой выключатель зажат и цепь питания электродвигателя привода ворошителя разомкнута. Так как поддон бункера передвижной тележки не позволяет в исходном положении опустить ковши вниз, необходимо ворошитель продвинуть вперед на некоторую величину, пока концевой выключатель не освободится от доводочной планки. После этого ковши ворошителя опускают вниз. Перед началом выгрузки солода из ящика включают коробку скоростей на первую рабочую скорость — 0,108 м/мин. Затем включают привод транспортера-удлинителя и привод механизма движения ворошителя. Движение ворошителя должно продолжаться до тех пор, пока солод не начнет сбрасываться на сито ящика. В этот момент следует остановить движение ворошителя и транспортера-удлинителя и переключить работу последнего в обратном направлении, а затем включить механизм движения ворошителя. В этом случае солод должен попадать в поддон бункера ящика или передвижной тележки.

Окончание выгрузки определяется моментом, когда солод с транспортера-удлинителя начнет сбрасываться на сита ящика. В этот момент необходимо остановить ворошитель, переключить коробку скоростей на вторую рабочую скорость (0,35 м/мин) и включить механизм движения ворошителя вперед. При этом ворошитель, переместив солод в ящике, дойдет до упора в конце ящика, где сработает концевой выключатель и ворошитель остановится. После этого ковши поднимают и возвращают ворошитель в исходное положение.

Производительность ворошителей в зависимости от типоразмера составляет при выгрузке от 8,5 до 13 т/ч и при ворошении от 27,5 до 42 т/ч.

Ворошитель типа ВВК-4,5 (с шириной захвата зоны рашки 4,5 м) в зависимости от длины перемещения грядки за один про-

ход имеет несколько разновидностей. Техническая характеристика таких ворошителей и обслуживаемых ими солодорастильных ящиков приведена в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Техническая характеристика солодворошителей типа ВВК-4,5

Показатели	Тип ворошителя		
	ВВ К(*)-150	ВВК-250	ВВК-300
Длина перемещения грядки за один проход ворошителя, см	150	250	300
Число электродвигателей	3	4	4
Установочная мощность электродвигателей, кВт		11,4	
Скорость движения цепи с ковшами ленты транспортера		24,2	
Габаритные размеры ворошителя, мм		4880×5016×1205	
Масса, кг	—	6400	6450

* Ворошитель изготавливается без транспортера-удлинителя.

Таблица 3

Техническая характеристика солодорастильного ящика ВЯПГ

Показатели	Тип солодорастильного ящика		
	4,5-150	4,5-250	4,5-300
Ширина зоны ращения, м		4,5	
Длина перемещения грядки за один проход ворошителя, см	150	250	300
Высота слоя солода, см		120	
Число перемещений грядки в сутки		2	
Длина зоны ращения, м	24	40	48
Производительность по свежепроспешенному солоду, кг/сут	5994	9990	11988
Расход сортированного ячменя на замочку, кг/сут	4568	7510	9014
Выход товарного солода, кг/сут	3525	5930	7200

Пример расчета экономического эффекта от внедрения солодворошителя типа ВВК-4,5

Годовой экономический эффект от внедрения ворошителя типа ВВК-4,5 составляет 1719,3 руб. При расчете экономической эффективности в качестве базового варианта принимается солодворошитель ВВС-4,5.

Использование солодovorошителя ВВК-4,5 позволяет увеличить длину грядки до 48 м. Расчет ведется по Методике (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений, утвержденной Постановлением Госкомитета Совета Министров СССР по науке и технике, Госплана СССР, АН СССР и Госкомитета Совета Министров СССР по делам изобретений и открытий от 14 февраля 1977 г. № 48/16/13/3.

Исходные данные для расчета:

	Базовый вариант	Расчетный вариант
Годовой объем производства, т	4080	8160
Длина переброса, м	1,5	3
Длина зоны рашения одного ящика, м	24	48
Высота слоя солода, м	1,2	1,2
Число ящиков, обслуживаемых одним ворошителем	3	3
Выход товарного солода, получаемого в одном ящике, т/сут	4,1	8,2
Выход товарного солода, получаемого в одном ящике за год, т	1360	2720
Число рабочих, занятых на управлении ворошителем, человек в смену	0,5	0,5
Число смен работы ворошителя	2	2
Мощность электродвигателя, кВт	4,4	5,8
Стоимость оборудования, руб:		
ворошителя	4200	6870
тележки	500	500
Нормативный коэффициент эффективности	$K=0,15$	

Расчет ведется по затратам отдельных статей себестоимости продукции.

1. Годовой фонд заработной платы с учетом обслуживания 0,5 человека в смену при двухсменной работе и часовой тарифной ставке одного рабочего V разряда 0,557 руб., начислениях соцстраху 6,8%, затратах на спецодежду 66%, дополнительной заработной плате 30% и годовом рабочем времени одного рабочего 1850 ч:

базовый вариант: $2 \times 0,557 \times 1850 \times 0,5 \times (1 + 0,3 + 0,068 + 0,066) = 1477,67$ руб.;
 расчетный вариант: $2 \times 0,557 \times 1850 \times 0,5 \times (1 + 0,3 + 0,068 + 0,066) = 1477,67$ руб.

2. Затраты на ремонт и обслуживание оборудования:

базовый вариант: $(4200 + 500) \times 0,146 = 686,2$ руб.;
 расчетный вариант: $(6870 + 500) \times 0,146 = 1076,02$ руб.

3. Затраты на электроэнергию с учетом стоимости 1 кВт·ч электроэнергии 0,02 руб., работы оборудования в две смены (16 ч) в течение 323 дней и коэффициента использования оборудования 0,8:

базовый вариант $4,4 \times 16 \times 323 \times 0,8 \times 0,02 = 363,83$ руб.;

расчетный вариант $5,8 \times 16 \times 323 \times 0,8 \times 0,02 = 479,59$ руб.

Всего затраты по изменяющимся статьям:

базовый вариант $(1477,67 + 686,2 + 363,83) = 2527,70$ руб.;

расчетный вариант $(1477,67 + 1076,02 + 479,59) = 3033,28$ руб.

Эксплуатационные затраты в расчете на 1 т солода:

базовый вариант $2527,7 : 4080 = 0,620$ руб.;

расчетный вариант $3033,28 : 8160 = 0,372$ руб.

Удельные капиталовложения: базовый вариант $4700 : 4080 = 1,1519$ руб.;

расчетный вариант $7370 : 8160 = 0,9032$ руб.

Годовой экономический эффект

$$Э = [(0,620 - 0,372) + 0,15(1,1519 - 0,9032)] \cdot 8160 = 1719,3 \text{ руб.}$$

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ШНЕКОВЫЙ ВОРОШИТЕЛЬ СОЛОДА ТИПА Ш4-ВВШ

Шнековый ворошитель солода типа Ш4-ВВШ предназначен для солодовенных заводов, работающих по способу «статической» солодовни.

Ворошитель выполняет следующие технологические операции: замачивание ячменя непосредственно в ящике, ворошение зерновой массы при рашении и сушке, а также выгрузку готового солода. Одним из главных достоинств ворошителя является то, что он обеспечивает ворошение солода в высоком слое, достигающем 1,5 м, что значительно увеличивает сьем готового продукта с 1 м² площади сита.

Основные узлы ворошителя (рис. 4): корпус 1, механизм ворошения 5, механизм передвижения 4, разгрузочное устройство 6, система орошения 2 и электрооборудование 3.

Корпус представляет собой сварную конструкцию, снабженную тремя крышками для обслуживания механизмов. В корпус вмонтирован механизм ворошения, состоящий из семи вертикальных шнеков и приводного устройства.

Валы шнеков установлены вертикально и монтируются на конических роликоподшипниках в корпусах, которые крепятся фланцами к верхней стенке корпуса ворошителя. На концах валов насажены цилиндрические зубчатые колеса, входящие в зацепление друг с другом. Шнеки имеют левое и правое направление пера и на ворошителе установлены поочередно. Перо на нижней части сплошное, на верхней — ленточное. Привод шнеков — от электродвигателя через червячный редуктор и цилиндрическую шестерню с зубчатым колесом одного из шнеков.

Ворошитель передвигается по швеллерам на четырех катках с помощью цевочного механизма звездочек, приводного вала с цевками, укрепленными на цевочной рейке.

Механизм привода передвижения состоит из двухскоростного редуктора и электродвигателя, связанного цепной передачей с червячным редуктором, и зубчатой передачи. С зубчатой передачи крутящий момент передается на приводной вал с насаженными на него звездочками для передвижения ворошителя посредством цевочного механизма.

Система орошения состоит из насоса с электродвигателем, системы трубопроводов с всасывающими патрубками и форсунками, установленными под корпусом ворошителя между шнеками.

Солодорастильный ящик при использовании ворошителя Ш4-ВВШ оборудуется скребковым транспортером, укомплектованным одной разгрузочной и 45 проходными секциями.

Разгрузочное устройство (стенка) состоит из рамы, откидной стенки, горизонтального шнека и механизма подъема.

Рама представляет собой сварную конструкцию. Со стороны, обращенной внутрь ящика, стенка выполнена по контуру шнеков с зазором 15 мм. Верхняя плоская часть стенки откидывается на шарнирах с помощью винтовой пары и маховичка.

Горизонтальный шнек состоит из двух секций с левым и правым направлением вращения. Он приводится в движение от электродвигателя. Крутящий момент передается через клиноременную передачу, редуктор и цепную передачу.

Вид А

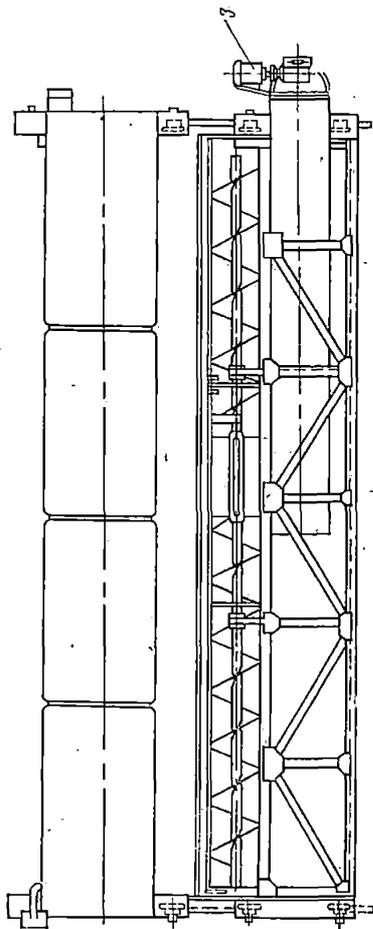
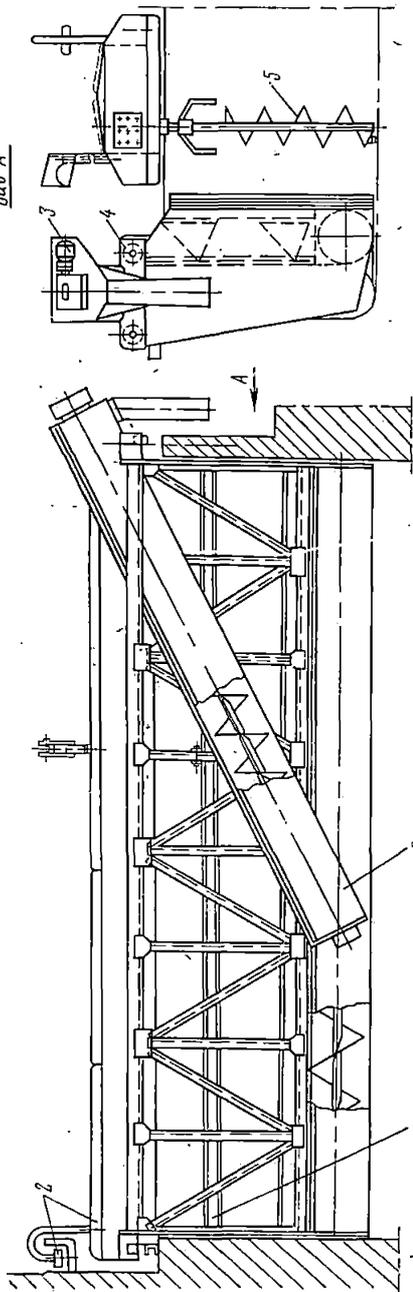


Рис. 4. Шнековый ворошитель солода типа Ш4-ВВШ-14

Ворошитель работает следующим образом. При загрузке замоченного ячменя в ящик он находится под разгрузочной стенкой, которая одновременно является торцевой стенкой ящика. Разгрузочная стенка при этом висит на опорных площадках, сделанных в верхнюю часть боковых стенок ящика. По окончании загрузки ящика зерном рукоятки ворошителя переводят в положение «Ворошение» и затем включают последовательно механизм ворошения и движения ворошителя путем нажатия соответствующих кнопок. Ворошитель начинает перемещаться вдоль ящика, разравнивая зерно специальными планками, закрепленными на валах выше перьев шнека.

В конце ящика конечный выключатель упирается в ограничитель, закрепленный на швеллере, размыкает цепь и ворошитель останавливается. Число ворошений выбирают в соответствии с технологическими требованиями.

При выгрузке солода из ящика ворошитель устанавливают в крайнее положение к разгрузочной стенке. При этом винты подвесной системы оказываются под гайками на ворошителе. Оператор с помощью штурвалов наживляет и затем с помощью рычагов завинчивает винты. При этом стенка поднимается на 10 мм и прижимается к корпусу ворошителя. Оператор, вращая вал, откидывает верхнюю часть стенки, давая возможность солоду сыпаться в короб шнека, затем включает последовательно шнек стенки, механизм ворошения и механизм передвижения.

При этом ворошитель со стенкой начинает перемещаться вдоль ящика. Вертикальные стенки поднимают солод до уровня короба

Таблица 4

Техническая характеристика ворошителей солода Ш4-ВВШ

Показатели	Ш4-ВВШ-8	Ш4-ВВШ-9	Ш4-ВВШ-13	Ш4-ВВШ-14
Производительность при выгрузке по сухому солоду, т/ч	21,0	23,5	34,0	36,6
Установленная мощность двигателей, кВт	9,7	9,7	13,7	13,7
Частота вращения шнеков, об/мин	2024	2170	2256	2434
Скорость перемещения, м/мин				
при ворошении			0,4	
при выгрузке			0,2	
Габаритные размеры ворошителя со стенкой, мм				
длина			2890	
ширина	4770	5270	7270	7770
Масса ворошителя со стенкой, кг	5150	5490	7600	9100

горизонтального шнека: солод сыпается в него и перемещается к патрубку пневмосистемы или скребковому транспортеру.

В зависимости от ширины используемого солодорастильного ящика и мощности солодовни выбирают соответствующие типоразмеры ворошителей солода типа Ш4-ВВШ (табл. 4).

Экономический эффект от внедрения ворошителя солода типа Ш4-ВВШ-14 применительно к солодовенному производству мощностью 40 000 т солода в год составляет 7,5 тыс. руб.

В качестве базового варианта при расчете экономического эффекта принят ворошитель солода типа ВВК-4,5 с удлинителем переброса. Замочка ячменя проводится классическим способом. Каждый ворошитель такого типа работает с передвижной тележкой и обслуживает при этом 2 ящика.

Сравнительные показатели ворошителей приведены в табл. 5.

Учитывая целесообразность перехода к механическому способу выгрузки солода, при котором потери его значительно снижаются, приводим расчет разгрузочного конвейера.

Таблица 5

Эксплуатационные показатели ворошителей

Показатели	Тип ворошителя	
	ВВК-4,5	Ш4-ВВШ-14
Объем производства, т/год	40000	40000
Ширина зоны рашения, м	4,5	6,9
Высота слоя солода, м	1,2	1,5
Длина зоны рашения, м	48	60
Число ящиков, обслуживаемых одним ворошителем	2	3
Продолжительность цикла солодоращения, сут	8	9
Число рабочих дней в году	330	
Норма обслуживания	1 человек на 2 ворошителя	1 человек на 4 ворошителя
Удельный расход электроэнергии на 1 т товарного солода, кВт·ч/т	6,8	4,0
Расход воды для замочки на 1 т товарного солода, м ³	10	1,5
Стоимость ворошителя, руб.	8900	12000
Стоимость вспомогательного оборудования, руб.		
передвижной тележки	11000	—
замочного чана объемом 35 м ³	1500	—
транспортера скребкового	—	6600
Затраты на ремонт и содержание оборудования, % к стоимости	8	
Сроки службы оборудования, годы	6	

Пример расчета разгрузочного конвейера к ворошителю солода типа Ш4-ВВШ-8.

Исходные данные

Толщина слоя солода, м	1,2
Диаметр шнека, м	0,49
Шаг винта, м	0,33
Число шнеков	8
Частота вращения шнека, об/мин	8
Средняя плотность сухого солода, т/м ³	0,55

Производительность вертикального винтового конвейера (в т/ч) при подъеме груза определяется по формуле

$$Q_v = 47,1 D_k^2 S n_{ш} K \varphi \rho,$$

где D_k — диаметр конвейера, м;

S — шаг винта, м;

$n_{ш}$ — частота вращения шнека, об/мин;

K — геометрический коэффициент, учитывающий соотношение площадей сечения винта и вала ($K=0,9$);

ρ — средняя плотность транспортируемого груза, т/м³;

$\varphi = \xi \psi$ — коэффициент производительности, учитывающий условия загрузки ξ и степень заполнения конвейера ψ ($\xi=0,6$, $\psi=1$);

$$Q_v = 47,1 \cdot 0,49^2 \cdot 0,33 \cdot 8 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 0,55 = 9,29 \text{ т/ч} = 2,58 \text{ кг/с.}$$

Так как в процессе выгрузки из ящика солод поднимается четырьмя рабочими шнеками, то общая производительность их

$$Q_v^1 = 2,58 \times 4 = 10,32 \text{ кг/с.}$$

Мощность (в кВт), необходимая для привода вертикальных шнеков при выгрузке солода, рассчитывается по формуле

$$N_0 = \frac{Q_v^1 g H K}{1000 \eta} (\omega + 1),$$

где H — высота подъема солода, м;

K — коэффициент, учитывающий потери на трение в подшипниках ($K=1,2$);

η — коэффициент полезного действия передачи ($\eta=0,85$);

ω — коэффициент сопротивления перемешиваемого продукта ($\omega=6$).

$$N_0 = \frac{10,32 \cdot 9,81 \cdot 1,2 \cdot 1,2}{1000 \cdot 0,85} \cdot 7 = 1,2 \text{ кВт.}$$

Мощность, необходимая для вращения восьми шнеков при перемешивании солода,

$$N = \frac{N_0 \cdot 8}{4} = \frac{1,2 \cdot 8}{4} = 2,4 \text{ кВт.}$$

Принимаем к п. д. привода $\eta_n = 0,7$. В таком случае мощность электродвигателя

$$N_3 = 2,4 : 0,7 = 3,4 \text{ кВт.}$$

Подбираем электродвигатель А02-42-6, мощность которого $N=4$ кВт и $n=960$ об/мин.

Крутящий момент на валу каждого винта (в Н·м) определяем по формуле

$$M_0 = 975 \frac{N_0}{4 n_{ш}} g;$$

$$M_0 = 975 \frac{1,2}{4 \cdot 8} \cdot 9,81 = 358,7 \text{ Н·м.}$$

Расчет винтового конвейера разгрузочной стенки

Для обеспечения нормальной разгрузки солода необходимо, чтобы производительность вертикальных шнеков была не больше производительности горизонтального шнека, т. е.

$$Q_v \leq Q_r.$$

Производительность горизонтального винтового конвейера (в т/ч) определяется по формуле

$$Q_r = 47,1 D^2 n S_r \rho \psi_1 C_1,$$

где D — наружный диаметр винта ($D=0,5$ м);

S_r — шаг винта, м ($S_r=0,5$ м);

C_1 — коэффициент, учитывающий наклон винтового конвейера к горизонту при $\varphi=0^\circ$, $C_1=1$;

ψ_1 — коэффициент заполнения ($\psi_1=0,45$).

Следует учитывать, что при выгрузке происходит процесс перемешивания солода, так как правые шнеки поднимают солод вверх, а левые в то же время опускают его вниз. Таким образом, средний горизонтальный шнек загружается также четырьмя вертикальными шнеками.

Тогда производительность горизонтального шнека

$$Q_r = 9,29 \cdot 4 = 37,16 \text{ т/ч, или } 10,32 \text{ кг/с.}$$

Определяем частоту вращения горизонтального шнека (об/мин)

$$n = \frac{Q_r}{47,1 D^2 S_r \rho \psi_1 C_1},$$

$$n = \frac{37,16}{47,1 \cdot 1,2 \cdot 42 \cdot 2,4 \cdot 0,55 \cdot 0,45 \cdot 1} = 25,5 \text{ об/мин.}$$

Потребная мощность на валу горизонтального конвейера при $H=0$ определяется по формуле

$$N = 1,1 \left(\frac{Q_r g L \omega}{3,6 \cdot 102} \right) \cdot \frac{1}{K},$$

где L — длина конвейера ($L=4,8$ м);

ω — коэффициент сопротивления перемещаемого груза ($\omega=1,6$);

K — коэффициент, учитывающий потери на трение в подшипниках ($K=0,8$);

$$N = 1,1 \cdot \frac{10,32 \cdot 9,81 \cdot 4,8 \cdot 1,6}{3,6 \cdot 102} \cdot \frac{1}{0,8} = 2,91 \text{ кВт};$$

N_1 (при $L_1=2,4$ м) = 1,45 кВт;

N_2 (при $L_2=2,4$ м) = 1,45 кВт.

Крутящий момент на валу горизонтального шнека

$$M_{кр1} = M_{кр2} = 975 \frac{1,45}{25,5} \cdot 9,81 = 544 \text{ Н·м.}$$

Наибольшая действующая на винт продольная сила

$$P = \frac{M_{кр} g}{r \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} = \frac{2 M_{кр} g}{K D \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)},$$

где $\alpha=16^\circ$ — угол подъема винтовой линии винта на радиусе r ;

$$\operatorname{tg}(\alpha + 57^\circ) = 3,271;$$

r — радиус в м, на котором действует сила P , принимаем ориентировочно равным $(0,7 \div 0,8) \frac{D}{2}$; $\left(r = 0,8 \frac{0,5}{2} = 0,2 \text{ м} \right)$.

$$P_1 = P_2 = \frac{2 \cdot 544}{0,8 \cdot 0,5 \cdot 3,271} = 832 \text{ Н};$$

Результирующая осевая сила

$$\bar{P} = \bar{P}_1 + \bar{P}_2; \quad P = P_2 - P_1; \quad P = 832 - 832 = 0 \text{ Н}.$$

СУШИЛКА СОЛОДА ТИПА РЗ-ВСО-1

В последние годы за рубежом получили распространение автоматизированные солодосушилки со штопорными ворошителями, пригодные для сушки солода в толстом слое. Процесс сушки солода в таких сушилках значительно интенсифицируется, при этом, по данным проф. Де Клерка, достигается значительная экономия топлива и рабочей силы.

Сушка солода в них происходит под действием подаваемого под решетку подогретого воздуха, продуваемого через слой солода. Выгрузка солода механизирована с помощью саморазгружающихся решеток. В качестве теплоносителя в сушилках этого типа используются газы от сжигаемого топлива, смешанные с воздухом, пар или перегретая вода, подаваемые в калориферы для нагрева воздуха.

НПО ЛБП разработана конструкция горизонтальной одноярусной солодосушилки (тип РЗ-ВСО-1) с опрокидывающимися решетками, пригодная для сушки солода в толстом слое, достигающем 1,3 м.

Техническая характеристика сушилки солода типа РЗ-ВСО-1

Производительность, т/сут	40
Площадь сушильной решетки в каждой камере, м ²	69
Число камер	2
Давление сушильного агента под решеткой, кПа	3
Высота солода, загружаемого на решетку, м	1,2—1,3
Масса солода, одновременно загружаемого на одну решетку, т	34
Продолжительность технологического цикла сушки, ч	24
Расход воздуха в летний период, м ³ /ч	240 000
Расход тепла на сушку солода в зимний период, МДж/ч	10 800
Расход пара на сушку солода в зимний период, т/ч	5
Общая мощность электродвигателей, кВт	300
Габаритные размеры, мм	
сушильной камеры	8000×8000×21700
здания солодосушилки	22000×9300×22000
Масса металлоконструкции, кг	42 800

Солодосушилка РЗ-ВСО-1 (рис. 5) — двухкамерная, с горизонтальным расположением сушильных поворотных решеток. Сушку солода можно вести как в автоматическом режиме, так и при дистанционном управлении процессом. Цикл сушки солода в сушильных камерах смещен на 12 ч.

В верхней зоне каждой сушильной камеры установлены роторные метатели солода 1, соединенные с транспортными средствами, по которым из солодорастильного отделения поступает солод на сушку. В средней части сушильных камер устанавлива-

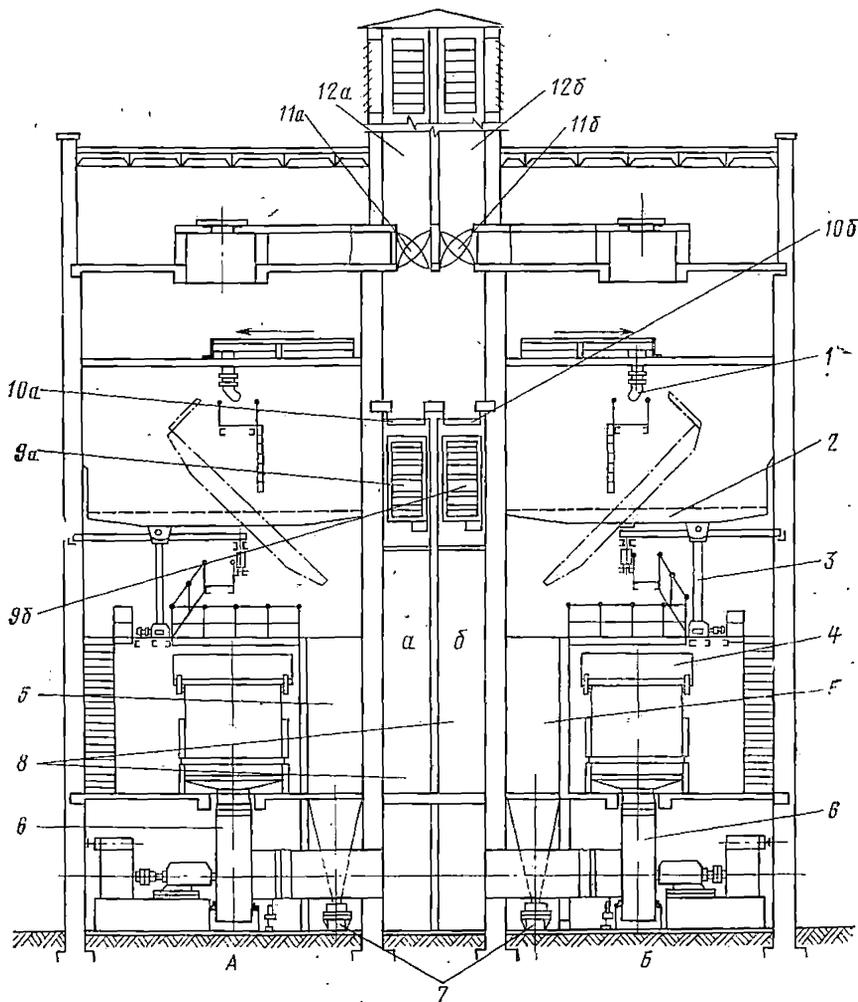


Рис. 5. Сушилка солода типа P3-BCO-1.

ются поворотные сушильные решетки 2, состоящие из ферм, сит и подшипников, с механизмами подъема 3, которые состоят из домкратов и валов, соединяющих привод механизма с домкратами посредством муфт.

В нижней части камер под сушильными решетками размещена калориферная установка, состоящая из воздухопроводов, калориферов 4 и вентиляторных агрегатов 6, смонтированных в поме-

щениях, отделенных от сушильных камер перекрытиями. Для приемки свежесушенного солода предусмотрены бункера 5, под которыми устанавливаются транспортные средства 7.

Помещение, где установлены вентиляторные агрегаты 6 и нижние части бункеров 5 с отводящими свежесушеный солод транспортными средствами, имеет перегородку. Обе части помещения соединяются между собой дверными проемами с герметизированными дверями.

Для забора наружного и рециркуляционного воздуха предусмотрены воздушные каналы 8а и 8б, в которые вмонтированы клапаны 9а и 9б, управляемые исполнительными механизмами. Наружный воздух поступает через клапаны 9, а рециркуляционный — через клапаны 10.

В верхней части воздушных клапанов установлены секторные заслонки 11, посредством которых регулируется количество воздуха, идущего на рециркуляцию и выброс в атмосферу.

Солодосушилки работают следующим образом. Свежепроросший солод подают в одну из сушильных камер, например в камеру А, через метатель 1, установленный в этой камере.

Оператор, вращая вручную метатель вокруг вертикальной оси и изменяя положение заслонки метателя, загружает солод равномерным слоем высотой 1,2 м по всей площади сушильной решетки 2. По окончании процесса загрузки солода на решетку включают вентиляторные агрегаты 6 и подачу пара в калориферы 4.

Наружный воздух поступает к вентиляторным агрегатам через воздушный клапан 9а по каналу 8а. Вентиляторные агрегаты нагнетают воздух через паровые калориферы, в которых он нагревается до 35—40°С в первые часы сушки солода и до 80—90°С в последние часы. Пройдя калориферы, нагретый воздух проходит через слой солода, отбирает у него влагу и тем самым высушивает.

Через 10—12 ч после начала сушки солода в камере А начинают загружать зеленый солод в камеру Б. По окончании загрузки включают вентиляторные агрегаты и подают пар в калориферы камеры Б. В этот период положение секторных заслонок и воздушных клапанов следующее: заслонка 11а перекрывает шахты 12а выброса отработавшего воздуха наружу, а заслонка 11б открывает шахту 12б.

Воздушный клапан забора наружного воздуха 9а открыт, а клапан 10а закрыт; клапан 11б открыт, а клапан 9б открыт частично для прохода наружного воздуха, который смешивается в канале 8б с отработавшим воздухом камеры А.

Через 20 ч после начала процесса сушки, когда содержание влаги в солоде, загруженном в камеру А, достигнет 3,5—4%, процесс сушки в этой камере прекращают, выключая вентиляторные агрегаты и перекрыв подачу пара в калориферы камеры. Затем включают механизм подъема сушильной решетки, который поворачивает ее на угол 50°. При этом свежесушеный солод ссыпается в бункер 5 камеры А. Процесс сушки солода в камере

Б продолжается аналогично описанному. После выгрузки свежевысушенного солода в бункер сушильную решетку камеры А устанавливают в исходное положение и вновь загружают ее свежепоросшим солодом.

Метатель солода состоит из каркаса, ротора, задвижки и привода. Каркас метателя сварной конструкции, внутри него монтируется ротор с электроприводом. Ротор представляет собой цилиндр, на образующей поверхности которого закреплены резиновые планки. Частота вращения ротора 1000 об/мин. Приемный патрубок метателя смещен относительно оси ротора. Солод разбрасывается равномерно по всей площади сушильной решетки.

Пример расчета потребности воздуха и тепла на сушку солода в толстом слое в одноярусной двухкамерной сушилке

Исходные данные для расчета.

Средняя производительность одной камеры по сухому солоду 20000 кг/сут. Площадь сушильных решеток каждой камеры $S=64 \text{ м}^2$.

Высота слоя свежепоросшего солода $h_n=1,2 \text{ м}$.

Высота слоя сухого солода $h_k=0,6 \text{ м}$.

Продолжительность пребывания солода на сушильной решетке $\tau=20 \text{ ч}$.

Влажность свежепоросшего солода $w_1=44\% \text{ мас}$.

Влажность свежесушенного солода $w_2=3\% \text{ мас}$.

Влагосодержание наружного воздуха (лето для восточных районов страны) $t_n=18^\circ\text{С}$; $\varphi_n=70\%$, $d_{0n}=9,28 \text{ г/кг}$.

Влагосодержание наружного воздуха (зима для восточных районов страны) $t_3=-33,7^\circ\text{С}$; $\varphi_3=80\%$, $d_{03}=0,005 \text{ г/кг}$.

Влагосодержание отработавшего воздуха (сушильного агента) при температуре $t_0=30^\circ\text{С}$; $\varphi_0=85\%$, $d_0=22,75 \text{ г/кг}$.

Энтальпия наружного воздуха (лето для восточных районов страны) при $t_n=18^\circ\text{С}$, $J_n=17,4 \text{ кДж/кг}$.

Энтальпия наружного воздуха (зима для восточных районов страны) при $t_3=-33,7^\circ\text{С}$, $J_3=-30 \text{ кДж/кг}$.

Энтальпия отработавшего воздуха (агента сушки) $J_0=88,21 \text{ кДж/кг}$.

Температура сушильного агента — воздуха, выходящего из калорифера, $t_k=85^\circ\text{С}$.

Начальная температура сушки $t_n=55^\circ\text{С}$.

Теплоноситель — насыщенный пар давлением 0,3 МПа и температурой $t_n=132,9^\circ\text{С}$.

Удельная теплоемкость воды $c_a=4,1868 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$.

Удельная теплоемкость абсолютно сухого воздуха $c=1,005 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$.

Удельная теплоемкость сухого солода $c_{с.с}=1,423 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$.

Температура солода при загрузке $t_1=17^\circ\text{С}$.

Температура солода при выгрузке $t_2=80^\circ\text{С}$.

Средняя плотность свежепоросшего солода $\rho_c=0,45\div 0,47 \text{ т/м}^3$.

Расчет продуктов на одну сушильную камеру

Объем свежепоросшего солода на решетке рассчитывается по формуле

$$V_c = S h_n = 64 \times 1,2 = 76,8 \text{ м}^3.$$

Масса свежепоросшего солода на решетке

$$G_c = V_c \rho_c = 76,8 \cdot 460 = 35\,328 \text{ кг}.$$

Масса свежесушеного солода, соответствующая суточной производительности одной сушильной камеры

$$G_{c.c.} = G_c \frac{100 - w_1}{100 - w_2} = 35\,328 \frac{100 - 44}{100 - 3} = 20\,396 \text{ кг.}$$

Масса испаряемой влаги при сушке свежепросоженного солода

$$W = G_c - G_{c.c.} = 35\,328 - 20\,396 = 14\,932 \text{ кг.}$$

Расчет потребности воздуха на сушку солода в одной камере

Расход воздуха на сушку рассчитывается на летний период, так как влагосодержание наружного воздуха в летний период больше, чем в зимний.

При установившемся процессе сушки количество воды, поступившей в сушилку с солодом и воздухом, равно количеству влаги, ушедшей с воздухом из сушилки.

Рассчитаем часовой расход воздуха на сушку солода с учетом потерь (20%).

В летний период

$$L_{л} = \frac{W \cdot 1,2 \cdot 1000}{v(d_0 - d_{0л})} = \frac{14\,932 \cdot 1,2 \cdot 1000}{20(22,75 - 9,28)} = 66\,512 \text{ кг/ч.}$$

Принимаем $L_{л} = 67\,000 \text{ кг/ч.}$

В зимний период

$$L_{з} = \frac{14\,932 \cdot 1,2 \cdot 1000}{20(22,75 - 0,005)} = 39\,390 \text{ кг/ч.}$$

Принимаем $L_{з} = 40\,000 \text{ кг/ч}$

$$L_{л} > L_{з}.$$

Расчет потребности тепла на сушку солода и подбор калориферов для одной камеры

Расход тепла на сушку солода ведем на наиболее неблагоприятный период года (зимний), когда расходуется наибольшее количество тепла.

Тепло расходуется на нагрев солода, подогрев транспортных средств и деталей сушилки и потери в окружающую среду; принимаем их в расчете до 35% к общему расходу.

Определяем часовой расход тепла с учетом потерь в окружающую среду

$$Q_{з.ч} = L_{з}(J_0 - J_3) 1,35 = 40\,000 [88,21 - (-30)] 1,35 = 6\,383\,340 \text{ кДж/ч.}$$

Удельный расход тепла на 1 кг готового солода равен

$$Q_{з.у} = \frac{Q_{з.ч}}{G_{c.c.}} = \frac{6\,383\,340 \cdot 20}{20\,396} = 6259 \text{ кДж на 1 кг готового солода}$$

в 1 час.

Принимаем массовую скорость воздуха $8 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}$.

Из таблиц II-9 и II-11* [14] выбираем калориферы типа КФБ № 11, обогреваемые паром; при $v_p = 8 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}$ коэффициент теплопередачи $K = 27,9 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$.

Принимаем теплоагент — насыщенный пар давлением 0,3 МПа и температурой $t_n = 132,9^\circ\text{C}$.

Поверхность теплопередачи калорифера при температуре входящего в калорифер воздуха, равной $t_3 = -33,7^\circ\text{C}$, и выходящего из калорифера воздуха $t_к = 85^\circ\text{C}$ определяем по формуле

$$F_{\text{общ}} = \frac{Q_{з.ч}}{K \Delta t \cdot 3,6} = \frac{6\,383\,340}{27,9 \cdot 95 \cdot 3,6} = 669 \text{ м}^2.$$

Разность температур Δt вычислена по следующей схеме

$$\begin{array}{r} 132,9 \xrightarrow{\text{пар}} 132,9 \\ 85 \xrightarrow{\text{воздух}} 33,7 \\ \hline \Delta t_2 = 47,9 \quad \Delta t_1 = 166,6 \end{array}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = \frac{166,6 - 47,9}{2,3 \lg \frac{166,6}{47,9}} = 95^\circ \text{C}.$$

Необходимое число калориферов типа КФБ № 11 с поверхностью нагрева $F_k = 69,9 \text{ м}^2$ и живым сечением по воздуху $f_v = 0,638 \text{ м}^2$ составит

$$n = \frac{F_{\text{общ}}}{F_k} = \frac{669}{69,9} = 9,57 \approx 10.$$

Для надежности работы и по конструктивным соображениям принимаем 12 калориферов.

При установке калориферов в один ряд общее живое сечение их будет равно

$$f_v = 0,638 \cdot 12 = 7,66 \text{ м}^2.$$

Массовая скорость воздуха в живом сечении калориферов при данной компоновке будет равна

$$v_{p_v} = \frac{L_3}{3600 \cdot f_v} = \frac{40\,000}{3600 \cdot 7,66} = 1,45 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}).$$

При данной массовой скорости воздуха коэффициент теплопередачи будет очень мал — менее $15,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, и подобранные калориферы при однорядном размещении не могут обеспечить должного нагрева воздуха.

Расположим те же калориферы последовательно в 3 ряда по 4 в каждом. Тогда массовая скорость воздуха будет больше и составит

$$\frac{40\,000}{3600 \cdot 0,638 \cdot 4} = 4,35 \approx 4,5 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}).$$

Полученная массовая скорость воздуха находится в пределах экономической массовой скорости для солодовенных сушилок $4-6 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

По вычисленной массовой скорости воздуха определим коэффициент теплопередачи K при паровом обогреве

$$K = 11,63 (v_{p_v})^{0,42} = 11,63 (4,5)^{0,42} = 21,88 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Тогда при данных массовой скорости воздуха и коэффициенте теплопередачи определим поверхность теплопередачи

$$F_{\text{общ}} = \frac{40\,000 \cdot 1 [85 - (-33,7)]}{21,88 \cdot 95 \cdot 3,6} = 635 \text{ м}^2.$$

Поверхность теплопередачи 12 калориферов КФБ № 11 $F_k = 69,9 \cdot 12 = 838,8 \text{ м}^2$ и превышает расчетную примерно на 32%, что обеспечивает запас на загрязнение окружающего воздуха, влияющего на уменьшение коэффициента теплопередачи, на 22% и сопротивление прохождению воздуха на 10%.

Подбор вентилятора для одной камеры

Расчет местных сопротивлений для вентилятора произведем из условий максимального расхода воздуха, который в летний период наибольший (67000 кг/ч).

Общее сопротивление движению воздуха — сушильного агента (в Па) определяем как сумму местных сопротивлений системы движения воздуха

$$H_{\text{общ}} = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6,$$

где H_1 — сопротивление проходу воздуха через приемную решетку всасывающего воздуховода;

H_2 — сопротивление проходу воздуха во всасывающей трубе;

H_3 — сопротивление движению воздуха при входе в вентилятор;

H_4 — сопротивление движению воздуха при выходе из конфузора вентилятора;

H_5 — сопротивление проходу воздуха через калорифер;

H_6 — сопротивление проходу воздуха через слой солода.

Величину H_1 принимаем равной 7% при скорости воздуха в воздуховоде $v = 6$ м/с. Тогда

$$H_1 = \frac{v^2 \rho_{\text{в}}}{2} \cdot 0,07 = \frac{6^2 \cdot 1,2}{2} \cdot 0,07 = 1,5 \text{ Па.}$$

H_2 определяем по формуле

$$H_2 = \frac{\lambda}{D_1} \cdot \frac{v^2 \rho_{\text{в}}}{2},$$

где λ — коэффициент сопротивления трения;

l — длина всасывающей трубы ($l = 8$ м);

D — диаметр всасывающего воздуховода, м, определяют по формуле

$$D_1 = \sqrt{\frac{L_{\text{л}}}{v_{\text{рв}} \cdot 3600}} = \sqrt{\frac{67000}{6 \cdot 1,2 \cdot 3600}} = 1,61 \text{ м.}$$

Значение λ определяется по формуле

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{K}{D_1} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25},$$

где K — абсолютная эквивалентная шероховатость поверхности воздуховода из черной листовой стали, равная 0,1 мм;

Re — число Рейнольдса.

$$\text{Re} = \frac{v D_1}{\nu}$$

(здесь ν — кинематическая вязкость воздуха; при $t = -33,7^\circ\text{C}$ $\nu = 10,55 \times 10^{-6}$ м²/с)

$$\text{Re} = \frac{6 \cdot 1,61}{10,55 \cdot 10^{-6}} = 915\,639,8,$$

$$\text{тогда } \lambda = 0,11 \left(\frac{0,0001}{1,61} + \frac{68}{915\,639,8} \right)^{0,25} = 0,067.$$

Подставив все найденные величины в формулу H_2 , вычислим ее значение

$$H_2 = \frac{0,067 \cdot 8}{1,61} \cdot \frac{6^2 \cdot 1,2}{2} = 7,19 \text{ Па.}$$

H_3 при выбранной конструкции вентилятора и диаметре его диффузора $D_2 = 1400$ мм

$$H_3 = \frac{v^2 \rho_{\text{в}}}{2} q,$$

где v — скорость воздуха, определяемая по формуле

$$v = \frac{L_{\text{л}} \cdot 4}{3600 \pi D_2^2 \rho_{\text{в}}} = \frac{67000 \cdot 4}{3600 \cdot 3,14 \cdot 1,4^2 \cdot 1,2} = 10,1 \text{ м/с;}$$

q — коэффициент установки кожуха, определяемый по формуле

$$q = 0,5 \frac{\sin \alpha}{2} \left(1 - \frac{f_2}{f_1} \right)$$

(здесь α — угол разворота кожуха, $\alpha = 90^\circ$);

$\frac{f_2}{f_1}$ — отношение поперечного сечения диффузора вентилятора к сечению всасывающего воздуховода

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{\pi D_2^2}{4} : \frac{\pi D_1^2}{4} = \frac{1,42}{1,612} = 0,756,$$

откуда коэффициент установки кожуха будет равен

$$q = 0,5 \frac{\sin 90^\circ}{2} (1 - 0,756) = 0,061.$$

Тогда

$$H_3 = \frac{10,12 \cdot 1,2}{2} \cdot 0,061 = 3,73 \text{ Па.}$$

H_4 равно

$$H_4 = \frac{\rho_B}{2} (v_1 - v_2)^2,$$

где v_1 и v_2 соответственно скорости воздуха при выходе из конфузора вентилятора и в трубопроводе перед калорифером, м/с.

$$v_1 = \frac{L_L}{3600 \rho_B S_K} = \frac{67000}{3600 \cdot 1,2 \cdot 0,878} = 17,66 \text{ м/с}$$

(S_K — сечение конфузора вентилятора (дымососа) при выходе воздуха из него; выбирается из таблицы [26] $A_1 \times B_1 = 0,75 \times 1,17 = 0,878 \text{ м}^2$);

$$v_2 = \frac{L_L}{3600 \rho_B S_T} = \frac{67000}{3600 \cdot 1,2 \cdot 1,114} = 13,92 \text{ м/с}$$

(S_T — сечение проходного канала калорифера $A \times B = 1,16 \times 0,96 = 1,114 \text{ м}^2$).
Таким образом,

$$H_4 = \frac{1,2}{2} (17,66 - 13,92)^2 = 8,39 \text{ Па.}$$

Величина H_5 пропорциональна числу рядов установленных калориферов. В нашем случае калориферы установлены в 3 ряда по 4 в каждом. Из таблицы [26] находим для каждого выбранного калорифера типа КФБ № 11 при расчетной массовой скорости $4,35 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ сопротивление

$$H_K = 3,5 \cdot 9,81 = 34,33 \text{ Па,}$$

тогда

$$H_5 = 34,33 \times 3 = 103 \text{ Па.}$$

Сопротивление движению воздуха через толстый слой солода (до $1,2 \text{ м}$) H_6 определяем по формуле, предложенной Де Клерком [6]

$$H_6 = \frac{2,2av_{cl}^{1,6} \cdot 9,81}{\delta},$$

где a — нагрузка солода на 1 м^2 сушильной решетки, $\text{кг}/\text{м}^2$. Учитывая, что нагрузка солода на 1 м^2 сушильной камеры во время сушки изменяется за счет удаления влаги из солода и усадки его, определим a в начале сушки a_c и в конце сушки $a_{c.c}$

$$a_c = \frac{G_c}{S} = \frac{35\,328}{64} = 552 \text{ кг}/\text{м}^2;$$

$$a_{c.c} = \frac{G_{c.c}}{S} = \frac{20\,396}{64} = 318,69 \text{ кг}/\text{м}^2;$$

$v_{cл}$ — скорость воздуха, проходящего через слой солода площадью 1 м^2 в начале — $v_{cл.н}$ и в конце сушки $v_{cл.к}$, $\text{м}/\text{с}$, которые соответственно определяются по формуле

$$v_{cл.н} = \frac{L_n}{S} \quad \text{и} \quad v_{cл.к} = \frac{L_k}{S}$$

[здесь L_n и L_k — объемные расходы воздуха в начале и в конце сушки солода, $\text{м}^3/\text{с}$, определяемые из формул

$$L_n = \frac{L_n}{\rho_{в.н} \cdot 3600} \quad \text{и} \quad L_k = \frac{L_n}{\rho_{в.к} \cdot 3600},$$

где $\rho_{в.н} = 1,076 \text{ кг}/\text{м}^3$ и $\rho_{в.к} = 0,986 \text{ кг}/\text{м}^3$ — объемные массы воздуха при нормальном давлении (760 мм рт. ст., или 1013 кПа), начальной температуре $t_n = 55^\circ\text{C}$ и конечной температуре сушки $t_k = 85^\circ\text{C}$;

δ — скважистость солода в начале сушки $\delta_c = 0,5$ и в конце сушки $\delta_{c.c} = 0,35$.

Определим скорость воздуха через слой солода площадью в 1 м^2 в начале и конце сушки

$$v_{cл.н} = \frac{67\,000}{1,076 \cdot 3600 \cdot 64} = 0,27 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$v_{cл.к} = \frac{67\,000}{0,986 \cdot 3600 \cdot 64} = 0,3 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Получив все исходные цифры, рассчитаем сопротивление проходу воздуха через слой солода в начале и конце сушки

$$H_{6н} = \frac{2,2 \cdot 552 \cdot 0,27^{1,6} \cdot 9,81}{0,5} = 1470 \text{ Па};$$

$$H_{6к} = \frac{2,2 \cdot 318,69 \cdot 0,3^{1,6} \cdot 9,81}{0,35} = 2863 \text{ Па}.$$

Принимаем максимальное значение $H_{6к} = 2863 \text{ Па}$.

Общее сопротивление движению воздуха в системе равно

$$H_{общ} = 1,5 + 7,19 + 3,73 + 8,39 + 103 + 2863 = 2987 \text{ Па}.$$

Определим потребную мощность вентилятора (дымососа)

$$N_{в} = \frac{L_n H_{общ} \eta_{з}}{3600 \rho_{в.н} \eta_{в} \eta_{п} \cdot 102 \cdot 9,81} = \frac{67\,000 \cdot 2987 \cdot 1,1}{3600 \cdot 1,076 \cdot 0,61 \cdot 0,95 \cdot 9,81 \cdot 102} = 98 \text{ кВт},$$

где $\eta_{з}$ — запас мощности (1,1);

$\eta_{в}$ — к. п. д. вентилятора (0,61);

$\eta_{п}$ — к. п. д. передачи (0,95).

По расчетным данным, таблицам и номограммам [22, 26] подбираем вентилятор-дымосос Д-18 Подольского завода с характеристикой

Максимальная производительность, м ³ /ч	90000
Давление воздуха, Па	3500
Мощность дымососа, кВт	115
Электродвигатель типа ГАМ6-128-10	
Мощность электродвигателя, кВт	130
Частота вращения вала вентилятора, об/мин	600

В приведенном расчете двухкамерной одноярусной сушилки для сушки солода в толстом слое определен расход тепла, воздуха и подобраны калориферы и вентилятор-дымосос для каждой камеры. Проведя дополнительный расчет, можно подобрать режим для более экономичной работы сушилок при единой системе подогрева и дутье воздуха с таким расчетом, чтобы отработавший воздух из первой камеры проходил последовательно через слои солода второй камеры, отдавая вторичное тепло на подвяливание солода.

Пример расчета экономического эффекта от внедрения одноярусной сушилки солода РЗ-ВСО-1

Расчет экономического эффекта ведется в сравнении с показателями солодосушилки ЛСХА-20, принятой за базовый вариант.

Исходные данные для расчета

	Базовый вариант	Расчетный вариант
Производительность по сухому солоду т/сут,	20	40
или тыс. т/год	6,6	13,2
Расход условного топлива, кг/ч	190	370
Мощность электродвигателей, кВт	72,8	263,0
Стоимость оборудования, тыс. руб.	25,5	25,0
Численность обслуживающего персонала в сутки		
оператор	4	4
слесарь-ремонтник	0,5	0,5
слесарь КИПиА	0,2	0,2
Число смен в сутки	3	3
Число рабочих дней в году	380	330
Стоимость 1 т условного топлива, руб.	36	36
Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб.	0,02	0,02
Коэффициент загрузки электродвигателей	0,95	0,8
Норма амортизационных отчислений, %	12	12

Расчет фонда заработной платы

При расчете базового варианта приравниваем производительность сушилки ЛСХА к расчетной.

Заработная плата в расчете на производство 1 т солода составляет по базовому варианту

$$\frac{2(4 \times 120 + 0,5 \times 150 + 0,2 \times 160) 12}{2 \cdot 6600} = 1,067 \text{ руб.};$$

по расчетному варианту

$$\frac{(4 \cdot 120 + 0,5 \cdot 150 + 0,2 \cdot 160) 12}{13 \cdot 200} = 0,534 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на топливо:
по базовому варианту

$$\frac{2 \times 190 \times 0,036 \times 24 \times 330}{13\,200} = 8,208 \text{ руб.};$$

по расчетному варианту

$$\frac{370 \cdot 0,036 \cdot 24 \cdot 330}{13\,200} = 7,992 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на электроэнергию:

по базовому варианту

$$\frac{2 \cdot 0,02 \times 3 \times 72,8 \times 0,95 \times 24 \times 330}{13\,200} = 1,66 \text{ руб.};$$

по расчетному варианту

$$\frac{0,02 \times 2,63 \times 0,8 \times 24 \times 330}{13\,200} = 2,524 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на амортизационные отчисления
по базовому варианту:

$$\frac{2 \times 25500 \times 0,12}{13\,200} = 0,464 \text{ руб.};$$

по расчетному варианту

$$\frac{25000 \times 0,12}{13\,200} = 0,227 \text{ руб.}$$

Расчет экономии затрат:

на 1 т солода

$$\begin{aligned} \mathcal{E} = & (1,067 + 8,208 + 1,660 + 0,464) - (0,534 + 7,992 + \\ & + 2,524 + 0,227) = 0,122 \text{ руб.}; \end{aligned}$$

на 1 установку в год

$$\mathcal{E} = 0,122 \cdot 13\,200 = 1610,4 \text{ руб.}$$

Расчет удельных капзатрат:

по базовому варианту

$$\frac{2 \times 25\,500}{13\,200} = 3,86 \text{ руб./т};$$

по расчетному варианту

$$25\,000 : 13\,200 = 1,894 \text{ руб./т.}$$

Расчет годового экономического эффекта от внедрения одноярусной сушилки солода РЗ-ВСО-1:

При коэффициенте эффективности 0,12 годовой экономический эффект составит

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_r = & 13\,200 \times [(11,399 + 0,12 \times 3,864) - (11,277 + 0,12 \times 1,894)] = \\ & = 4739 \text{ руб.} \end{aligned}$$

ПРОИЗВОДСТВО СОЛОДА НА ЗАРУБЕЖНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В большинстве стран Европы для производства ячменного солода применяют пневматическое солодоращение в ящиках. Загрузка и разгрузка ящиков полностью механизированы. Для ворошения солода применяют ворошители шпоторного типа.

Большое распространение в последние годы в зарубежной практике солодоращения находят одноярусные высокопроизводительные сушилки типа «Seeger».

Все процессы замочки, солодоращения, сушки солода и транспортировки полностью автоматизированы.

В последнее время в зарубежной практике получила распространение «статическая» система солодоращения, при которой совмещены все процессы производства солода. Такая солодовня построена фирмой «Roelants» в Бельгии по проекту фирмы «Steinecker» (ФРГ). Преимуществом таких солодовен является значительное сокращение производственных площадей, кубатуры здания, уменьшение количества операций по транспортировке солода и полная механизация и автоматизация процессов.

В настоящее время солодовни, работающие по «статическому» способу, эксплуатируются в ряде стран, в том числе в Бельгии, Франции, ГДР, ФРГ, ЧССР и др.

В ряде стран ведутся работы по созданию непрерывных процессов производства солода (Канада, Франция).

СОЛОДОВНЯ ФИРМЫ «ROELANTS»

В течение ряда лет фирма «Roelants» (Бельгия) успешно применяет этот способ солодоращения, при котором замочка и прорастивание ячменя, а также сушка солода проводятся в одном аппарате. По данным профессора Де Клерка, этот способ обеспечивает получение высококачественного солода, позволяет организовать производство солода в ящиках большой единичной емкости, он прост в эксплуатации и высоко мобилен. Все это вместе позволяет снизить капиталовложения на строительство солодовен, работающих по данному способу, и повысить производительность труда при производстве солода.

Солодовенный ящик фирмы «Roelants» изготовлен из бетона и кирпича. Подситовое пространство его имеет высоту 3 м, что обеспечивает равномерное распределение воздуха в подситовом пространстве. Вместимость ящика соответствует нагрузке на сито 475 кг/м^2 .

Солодовня оборудована восемью ящиками, оснащенными ворошителями солода, которые выполняют такие операции: выравнивание слоя ячменя, замачивание, ворошение и разгрузка солода. Общая производительность солодовенного завода 70 тыс. т солода в год.

Разгружаются ящики с помощью цепного транспортера, подвешенного вдоль ящика. Лента транспортера может двигаться в двух направлениях, что позволяет использовать его для загрузки и разгрузки ящика. Шнековый ворошитель (рис. 6) снабжен 22 ворошителями.

Для замачивания ячменя ворошитель оснащен двумя рамами с распылительным устройством производительностью $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ и двумя рамами с поливным устройством производительностью $20 \text{ м}^3/\text{ч}$. Вода подается насосом, установленным на ворошителе, из открытого желоба, подвешенного вдоль стенки ящика. Такое решение позволяет отказаться от громоздкой системы трубопроводов. Расход воды на замачивание 100 л на 100 кг ячменя. Температура воды

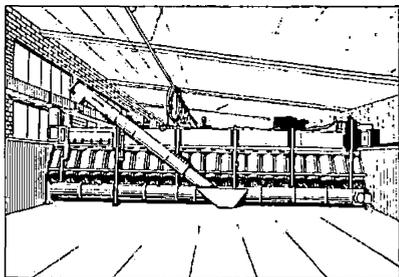


Рис. 6. Ворошитель солода фирмы «Roelants» в процессе разравнивания и разгрузки солода.

12—22°C. Продолжительность замачивания — около двух суток. Аэрацию зерновой массы в процессе замачивания и рашения обеспечивают 5 вентиляторов общей мощностью 36 000 м³/ч.

Воздух охлаждается теплообменниками с лопастями. Холод поступает от двух компрессоров, обеспечивающих подачу 315 тыс. кДж/ч. Солодоращение длится 5 суток при температуре 12—22°C.

Сушат солод с помощью шести газогенераторов, которые работают на природном газе с производительностью по нагретому воздуху 86 тыс. м³/ч. Сушка длится 38—42 ч и проводится по следующему режиму: 55°C — 20 ч; 60°C — 10 ч; 75°C — 8—12 ч.

Техническая характеристика солодовни фирмы «Roelants»

Габаритные размеры солодовенного ящика, мм	63000×10000×2000
Вместимость ящика по сухому ячменю, т	300
Тип ворошителя.	Шнековый
Скорость передвижения ворошителя при разгрузке, см/мин	20
Производительность при разгрузке, т/ч	50
Общая площадь солодовни, м ²	5040
Расход воды на 1 т солода, м ³	1,0
Численность обслуживающего персонала, человек	15
Объем здания, м ³	42000

Показатели солода, полученного по способу «статического» солодоращения: экстрактивность на воздушно-сухое вещество 79—82%; время осахаривания 10—15 мин, цветность светлого солода 0,4—0,18 мл 0,1 н. раствора йода.

СОЛОДОВНИ ФИРМЫ «VANCASPEL S. A»

Фирма «Vancaspel S. A.» (Бельгия) изготавливает и поставляет солодовни, работающие по «статической» системе, различной мощности, в том числе и до 40 тыс. т солода в год. Эти солодовни включают систему моечных чанов для ячменя с устройством для питания их; систему солодорастильных ящиков, где последовательно проводятся процессы замачивания и проращивания ячменя, а также сушки солода; устройства для подачи ячменя; ворошения солода и разгрузки готового сухого солода. Принципиальная технологическая схема солодовенного завода фирмы «Vancaspel S. A.», работающего по системе «статической» солодовни, приведена на рис. 7.

Фирма изготавливает и поставляет также одно- и двухъярусные сушилки солода производительностью 40, 50 и 100 т солода в сутки.

В двухъярусной сушилке решетки выполнены в виде жалюзи, что значительно повышает безопасность работы. Применение саморазгружающихся решеток исключает необходимость захода рабочих в помещение при перемещении солода с верхней решетки на нижнюю, где проходит отсушка солода, а следовательно, и снижение температуры воздуха в сушилке.

Общий вид одноярусной установки для сушки солода в толстом слое приведен на рис. 8.

Основное различие между сушилкой для сушки в толстом слое и сушилкой с двумя решетками заключается в том, что в первой из них процесс сушки значительно интенсифицируется, сокращаясь почти вдвое.

Процесс сушки солода в толстом слое изучен проф. Де Клерком. Им составлены графики, характеризующие течение этого процесса.

На рис. 9 приведена кривая зависимости содержания влаги в солоде от относительной влажности воздуха. Точка наибольшего изгиба этой кривой соответствует критической влажности. Кривая позволяет установить состояние равновесной влажности солода, а также относительную влажность воздуха, необходимую для сушки солода. Так, например, если надо высушить солод до влажности 4%, необходимо иметь воздух относительной влажности 10%.

На рис. 10 показана кривая сушки солода при 65°C. Отрезок кривой АВ соответствует времени нагрева солода. В точке В наступает динамическое равновесие системы. На отрезке ВС происходит испарение несвязанной влаги с

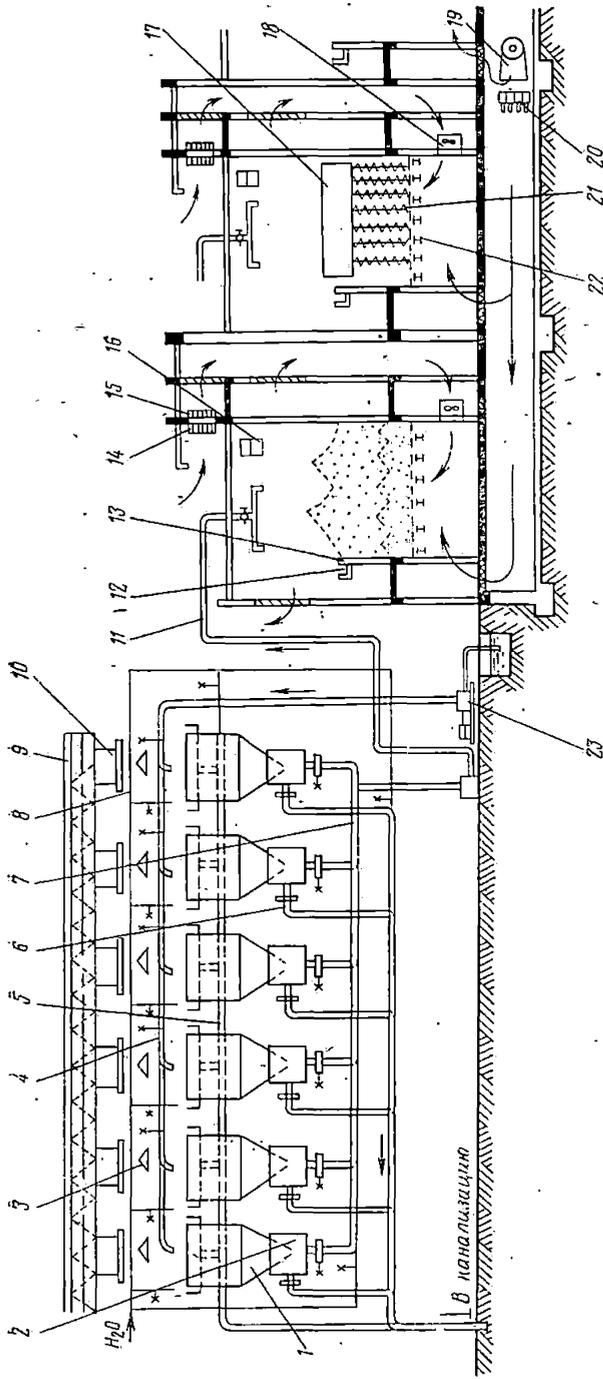


Рис. 7. Технологическая схема солодовенного завода фирмы «Vanaspel S. A.»:

1—мочные чаны; 2—спускное устройство для вымытого зерна; 3—распределительное устройство; 4—система подачи чистой воды; 5—система сброса воды при переполнении мочных чанов; 6—система сброса грязной воды; 7—система выгрузки вымытого ячменя; 8—система сброса воды и пены; 9—шнековый транспортер подачи ячменя на мойку; 10—разгрузочные люки; 11—система подачи вымытого ячменя; 12—транспортер; 13—солодорастильный ящик; 14—нагревательная батарея; 15—холодильная батарея; 16—скреповый транспортер для сухого солода; 17—шнековый ворошитель; 18—вентилятор для аэрации зерновой массы в процессе рашения; 19—центробежный вентилятор; 20—обобщающий вентилятор; 21—металлические балки; 22—набор решеток; 23—насос.

постоянной скоростью. Начиная от точки *C* скорость испарения снижается. На отрезке *CD* происходит испарение связанной влаги. Поверхность зерен солода уже не насыщена влагой. Точка *D* соответствует критической влажности. Скорость испарения продолжает снижаться, так как еще происходит испарение связанной влаги, что в свою очередь связано с перемещением влаги из средней части зерна к его поверхности. Из этой кривой видно, что за первые 5 ч подверглось испарению более половины содержащейся в солоде влаги, а за последующие 5 ч — только одна четвертая часть.

График сушки солода (рис. 11) характеризует влажность солода на различных уровнях толстого слоя. Кривая 1 характеризует процесс сушки солода, расположенного ближе всего к решетке. С того момента, как скорость сушки на этом уровне солода начинает снижаться, воздух после прохождения через этот слой перестает быть насыщенным, в связи с чем начинается сушка солода в слое 2. Так называемый «фронт сушки» перемещается к верхней части толстого слоя солода. Если общая толщина слоя солода 100 см, то, как видно из графика, «фронт сушки» для солода влажностью 10% (к СВ) оказывается на высоте около 30 см через 5 ч от начала сушки и 60 см — через 10 ч. Скорость перемещения «фронта сушки» зависит от количества воздуха и его высушивающей способности, т. е. от его влагоемкости (содержания в нем влаги на входе в слой солода и на выходе из него).

Высушивающая способность воздуха зависит от характеристики наружного воздуха — его температуры и относительной влажности.

Исследования показали, что высушивающая способность воздуха зимой выше, чем летом.

Так, при $t_{нар} = -5^{\circ}\text{C}$ и $\phi = 90\%$ высушивающая способность воздуха 21 г/кг, а при $t_{нар} = 20^{\circ}\text{C}$ и $\phi = 70\%$ — всего 17,8 г/кг. Масса испаренной влаги на 1 кг воздуха соответственно равна 13,5 и 11,6 г.

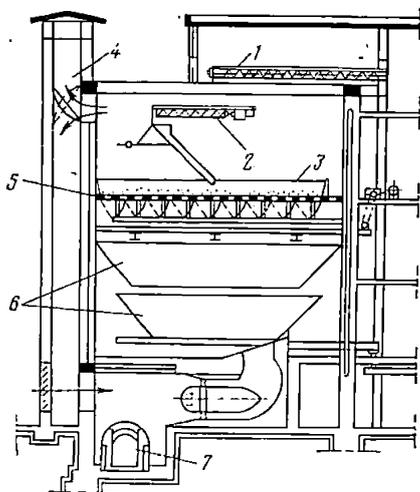


Рис. 8. Одноярусная горизонтальная автоматическая сушилка для сушки солода в толстом слое фирмы «Vancaspel S. A»:

1 — шнековый питатель; 2 — загрузочное устройство; 3 — слой солода; 4 — вытязная шахта; 5 — солодосушильная решетка; 6 — бункер для солода; 7 — канал для подачи теплого воздуха.

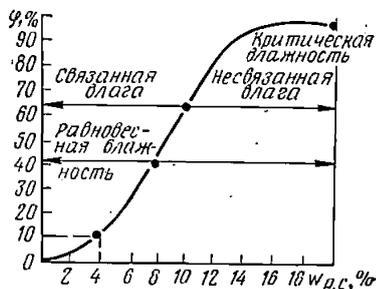


Рис. 9. Кривая зависимости содержания влаги в солоде от относительной влажности воздуха.

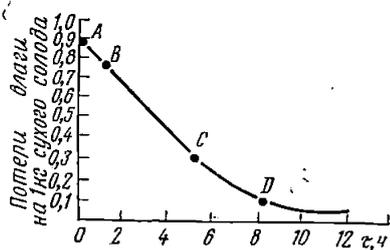


Рис. 10. Кривая сушки солода при 65°C .

Практикой установлено, что при сушке солода в толстом слое для испарения 1 кг влаги расход воздуха температурой 55°C в среднем составляет 100 кг. Повышение температуры воздуха на 1°C увеличивает его высушивающую способность на 2,2%. Если сушку проводить воздухом с температурой 60°C, то продолжительность сушки сокращается на 11%.

Следует иметь в виду, что повышение температуры сушки приводит к усилению цветности солода. Если при температуре сушки 55°C цветность солода равна 0,153 мл н. раствора йода, то при 60°C она возрастает до 0,193 мл (влажность солода 3,2—3,3%).

Аналогичное явление наблюдается и при повышенной влажности солода в момент отсушки: при $t_{от} = 80^\circ\text{C}$ и влажности солода 23,5% цветность его достигает 0,192 мл 0,1 н. раствора йода, тогда как при понижении влажности до 15,9 и 9,4% цветность солода уменьшается соответственно до 0,179 и 0,174 мл.

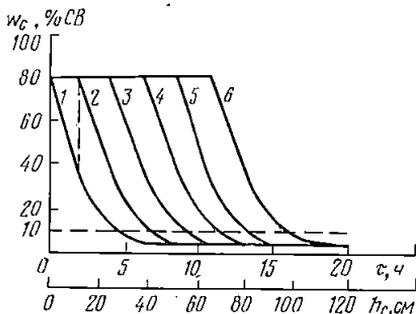


Рис. 11. График сушки солода, характеризующий влажность солода на различных уровнях при сушке в толстом слое.

СОЛОДОВНИ ФИРМЫ «NORDON—DIEBOLD»

К числу прогрессивных солодовенных производств относится непрерывно действующая солодовня системы «Сатурн» фирмы «Nordon—Diebold» (Франция).

Мощность солодовни 170 т. солода в сутки, что соответствует производительности 56 тыс. т солода в год. Солодоращение по методу «Сатурн» является непрерывным процессом. За 1 ч на солодовне перерабатывается 8,88 т ячменя; выход солода составляет 7,1 т/ч.

Солодовня представляет собой одноэтажное здание кольцевого типа, внутри которого концентрически размещены 2 кольцевых транспортера. Наружное кольцо солодовни предназначено для замачивания и проращивания ячменя, а внутреннее — для сушки солода. Во внутренней части кольца размещены элеватор, зерноперерабатывающее и моечно-замочное оборудование.

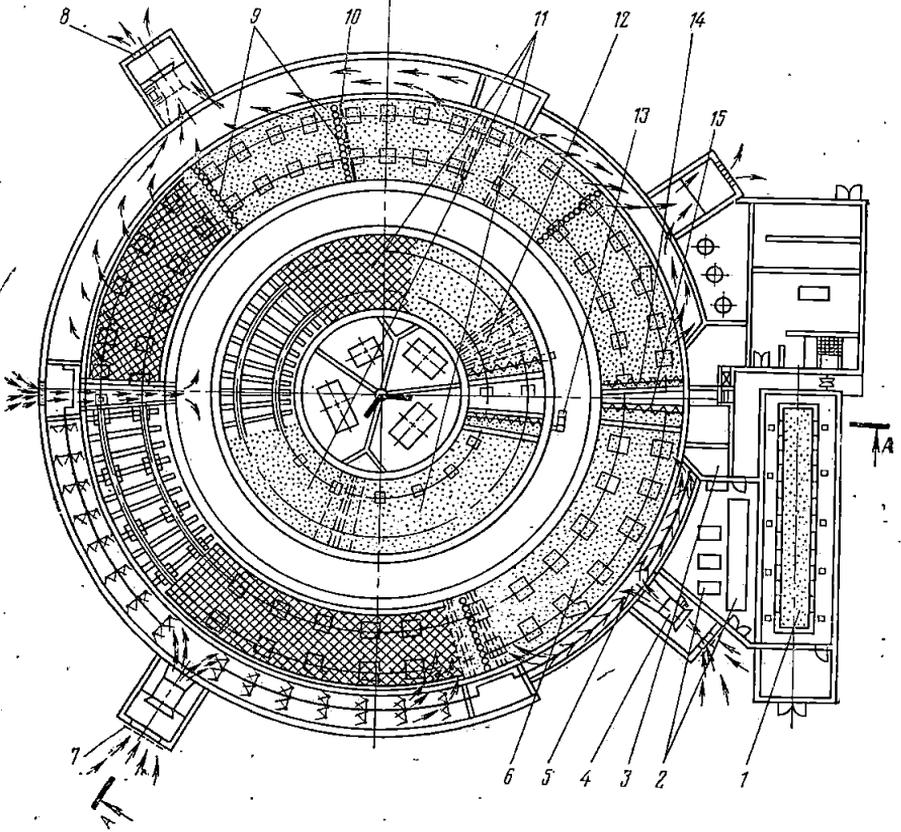
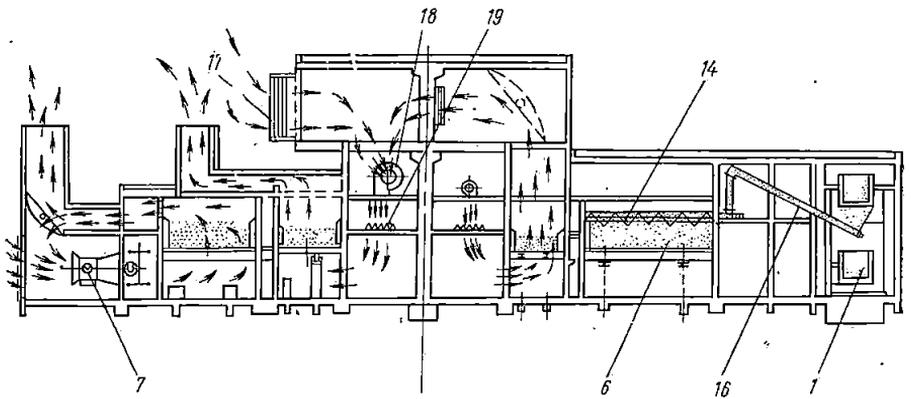
Преимущество солодовни системы «Сатурн» — полная механизация, а также мобильность работы, так как продолжительность замачивания, проращивания и сушки может быть изменена простым изменением скорости движения кольцевых транспортеров.

Компоновка оборудования солодовенного завода представлена на рис. 12.

Узел мойки и замочки состоит из двух моечно-замочных чанов, каждый из которых снабжен транспортером, форсунками для впрыскивания воды, устройством для аэрации зерна, сливом грязной воды и системой пеногашения. Продолжительность мойки и замачивания зерна в этих чанах от 7 до 14 ч.

Продолжительность замачивания может быть сокращена за счет использования более теплой воды. Влажность замоченного ячменя после выгрузки из чанов 30—35%. Для транспортировки ячменя между моечно-замочными чанами и кольцевым транспортером, где проращивают ячмень, установлены насосы. Кольцевой транспортер для проращивания ячменя рассчитан на нагрузку 750 кг замоченного ячменя на 1 м². Общая площадь поверхности кольцевого транспортера составляет 1600 м². Он представляет собой раму из профилированного проката, на которой закреплены перфорированные листы. Весь узел опирается на ряд роликов посредством двухходовых рельсов. Транспортер снабжен устройством для центровки кольца и гидравлическим устройством для равномерного распределения усилий на центрирующем рельсе. Он приводится в движение гидравлическими толкателями. Продолжительность проращивания 6 сут. Замоченный ячмень загружается на кольцевой транспортер шнековым транспортером. Высота слоя загрузки зерна регулируется подвижной перегородкой. Для выгрузки свежепросоженного солода и передачи его на сушку предусмотрена

A-A



система транспортеров. Кольцевой транспортер для проращивания делится на 4 секции, каждая из которых имеет свой микроклимат. Первая секция, по существу, является зоной, в которой проходят замачивание зерна и начало проращивания. Она оснащена системой опрыскивания зерна и аэрации его кондиционированным воздухом. Из первой секции зерно поступает с влажностью 45% в остальные 3 секции, где и происходит проращивание. Для охлаждения воздуха используется охлажденная вода. Система клапанов обеспечивает регулировку смешивания свежего и повторно используемого воздуха с полной или частичной рециркуляцией. Зерновая масса перемешивается солодоворошителями, закрепленными в определенных местах. Толщина слоя в процессе рашения составляет 1 м.

Свежепроросший солод сушат на внутреннем кольцевом транспортере, рассчитанном на загрузку 480 кг/м². Общая площадь транспортера составляет 410 м². Солодосушилка разделена на пять зон, в четырех из которых происходит сушка солода по различному температурному режиму, а в пятой зоне — его охлаждение. Готовый солод разгружается системой транспортеров. Каждая зона снабжена индивидуальными подогревателями и вентиляторами. Воздух из 3-й и 4-й зон полностью используется для рециркуляции в 1-й и 2-й зонах. Воздух из 1-й и 2-й зон полностью сбрасывается в атмосферу.

Транспортное устройство 1, предназначенное для загрузки моечно-замочных чанов большой емкости (рис. 13), подает зерно в бункер-разгрузитель 2, в котором осуществляется предварительная мойка зерна, откуда оно поступает в шнековый транспортер 3. Бункер-разгрузитель снабжен устройством для сброса грязной воды. По мере надобности шнековый транспортер 3 может подать ячмень в любой моечно-замочный чан 4.

Фирма «Nordop» выпускает также солодовни «бункера-солодосушилки» и солодовни «в башне».

В солодовнях «бункера-солодосушилки» замачивание зерна проводится в больших бункерах с плоским днищем, вместимостью по 200 т. Бункера снабжены разравнивателями, вращающимися вдоль оси бункера, и автоматическими разгрузителями. Плоское мощное днище бункера, образуемое перфорированными металлическими листами, обеспечивает необходимые условия для замачивания ячменя. Все операции, связанные с замачиванием, разгрузкой, удалением CO₂ и аэрацией зерна, полностью автоматизированы и запрограммированы.

Процессы проращивания ячменя и сушка солода также протекают в одном бункере вместимостью 200 т ячменя каждый. Контроль за процессом проращивания ведется автоматически. Для загрузки бункеров свежепроросшим солодом и выгрузки сухого солода предусмотрен один транспортер, размещенный под потолком по оси каждого бункера. Ворошение и разравнивание зерновой массы производится ворошителями. Процесс замачивания ячменя в солодовне такого типа длится 2 сут, проращивания — 5,5 сут и сушки — 2 сут. Производительность солодовни этого типа составляет около 28 тыс. т солода в год.

Фирма «Nordop» разработала и строит солодовенные заводы башенного типа производительностью 40 тыс. т солода в год. Комплексно-автоматизированная солодовня аналогичного типа построена в США (г. Буффало) и других пунктах. Производительность солодовен составляет 10 и 20 тыс. т солода в год.

Преимущество солодовен этого типа состоит в том, что для строительства их не требуется больших площадей, а для перемещения сырых материалов,

Рис. 12. Компоновка оборудования солодовенного завода системы «Сатурн» производительностью 200 т солода в сутки:

1—моечно-замочные чаны; 2—холодильная установка; 3—насосное отделение; 4—вентиляторы для подачи воздуха для аэрации ячменя в процессе проращивания; 5—камера кондиционирования; 6—кольцевой транспортер для проращивания ячменя; 7—клапан для забора свежего воздуха; 8—клапан для сброса отработавшего воздуха; 9—солодворошитель; 10—передвижная перегородка для регулирования слоя зерна; 11—кольцевой транспортер для сушки солода; 12—зона охлаждения солода; 13—транспортер для загрузки зеленого солода; 14—транспортер для выгрузки зеленого солода; 15—транспортер для загрузки замоченного ячменя; 16—транспортер для загрузки замоченного зерна; 17—кондиционер; 18—вентилятор для подачи воздуха на усушку; 19—подогреватель воздуха.

полупродуктов и готовой продукции в основном используется гравитационный принцип.

В верхней части этой солодовни размещены замочные чаны, куда ячмень доставляется элеватором, и с помощью шнекового транспортера и моечно-распределительного устройства загружается в замочные чаны. Продолжительность замачивания — 3 сут; замачивание воздушно-водяное с отсасыванием CO_2 .

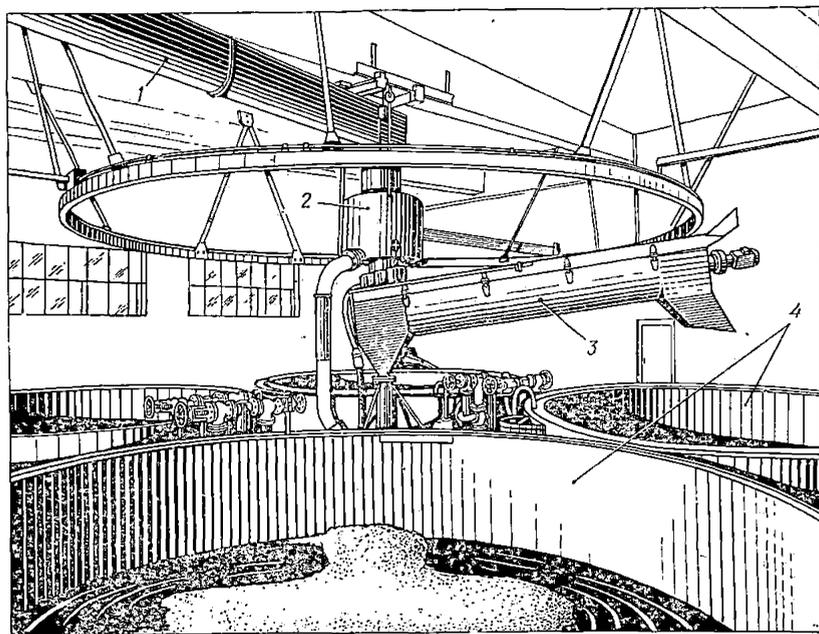


Рис. 13. Устройство для загрузки моечно-замочных чанов.

Из замочных чанов увлажненный ячмень самотеком подают в первую камеру ращения; камеры расположены одна над другой. Продолжительность проращивания ячменя колеблется от 6 до 8 сут, что зависит от качества зерна.

В центральной части башни расположена установка для кондиционирования воздуха, который подается в камеры ращения. Солод из последней камеры ращения загружается на решетку одноярусной сушилки, расположенной в нижней части башни. Сушат солод в псевдокипящем слое. Разгрузка солода автоматическая — путем опрокидывания решетки. Из бункера сушилки сухой солод удаляется цепным люлечным конвейером. В боковых стенках башни расположены отсеки для хранения ячменя и солода, а также оборудование для их обработки.

Перемещение ячменя из одной камеры в другую обеспечивает хорошее перемешивание его, что позволяет отказаться от применения ворошител. Теплоносителем для нагрева воздуха, используемого для сушки солода, является перегретая вода или пар. Отработавший воздух при сушке частично используют для рециркуляции.

Замачивание ячменя проводится в плоскдонных бункерах, расположенных в верхнем ярусе сушилки, проращивание — в трех последовательно расположенных ярусах, а сушка — на двухъярусной сушилке. Продолжительность проращивания 6—7 сут, а сушки — 37 ч.

СОЛОДОВНЯ ФИРМЫ «RHEINSTAHL WANHEIM-GESELLSCHAFT»

Башенная солодовня фирмы «Rheinstahl Wanheim Gesellschaft mit Beschränkter Haftung» (ФРГ) (рис. 14) представляет собой одиннадцать вертикально расположенных одна над другой камер I—XI для замочки, ращения и сушки. Камеры имеют герметизированное основание 9, что позволяет заполнять их водой. Основание может опрокидываться, при этом ячмень с решеток 10 перемещается в нижнюю камеру. Воздух или газозвдушная смесь подается по трубопроводам 1, отводится по трубопроводу 4, через штуцер.

Каждая камера снабжена индивидуальным вентилятором 2 и теплообменником 3 для подогрева и охлаждения воздуха. Отработавший воздух из камер отводится в шахту 7, откуда выводится через клапан 5 наружу, а частично перетекает в шахту 8 и из нее рециркулирует в камеры. В шахтах 5 и 7 установлены форсунки 6 для увлажнения воздуха. Наружный воздух поступает в шахту 7 через клапан 5.

Ячмень для солодоращения загружают в верхнюю камеру, из которой он по ходу технологического процесса перемещается последовательно в нижние камеры.

СОЛОДОВНИ ФИРМЫ «STEINECKER»

Фирма «Steinecker» (ФРГ) разработала проект солодовенного завода производительностью 80 тыс. т солода в год с силосным корпусом вместимостью 70 тыс. т ячменя, или 56 тыс. т солода (рис. 15).

Солодовенный завод является полностью механизированным предприятием с автоматическим управлением всеми технологическими процессами.

Силосы 3 с приемным и подработочным отделениями 1 скомпонованы с учетом экономного решения строительных конструкций на минимальных земельных участках.

Ячмень и солод транспортируются механическим транспортом, без нарушения структуры продукта (транспортеры 2 и элеваторы 10).

Элеватор оборудован сушилкой на случай необходимости подсушки поступающего зерна повышенной влажности и вентиляцией для поддержания в нормальном состоянии хранимого ячменя и солода.

Подработочное отделение элеватора оборудовано современными машинами для первичной обработки поступающего зерна и подработки ячменя, идущего в солодовенный цех.

Мойка и замачивание ячменя производится в чанах 6, расположенных в верхнем ящике солодовни, откуда замоченный ячмень самотеком загружается в солодорастильные ящики 7. Солодоращение продолжается 6 сут. Кондиционированный воздух поступает от кондиционеров 8.

В солодорастильных ящиках предусмотрены шпindleльные ворошители, обеспечивающие не только ворошение проращиваемого ячменя, но и его транспортировку на сушку. Это дает возможность увеличить съем солода с 1 м² солодорастильного ящика до 600 кг против 300—500 кг по классической схеме.

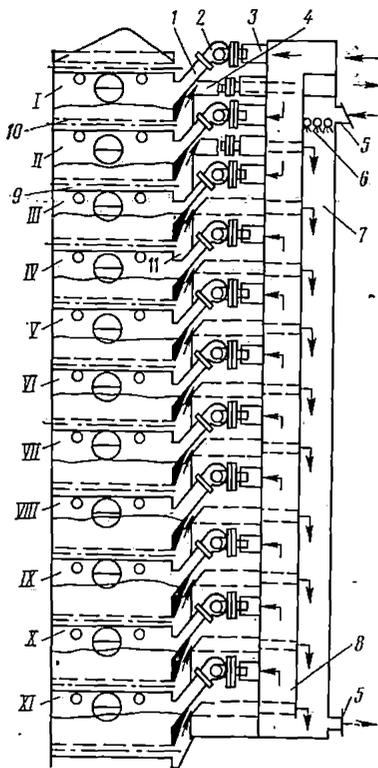


Рис. 14. Схема башенной солодовни фирмы «Rheinstahl Wanheim Gesellschaft mit Beschränkter Haftung».

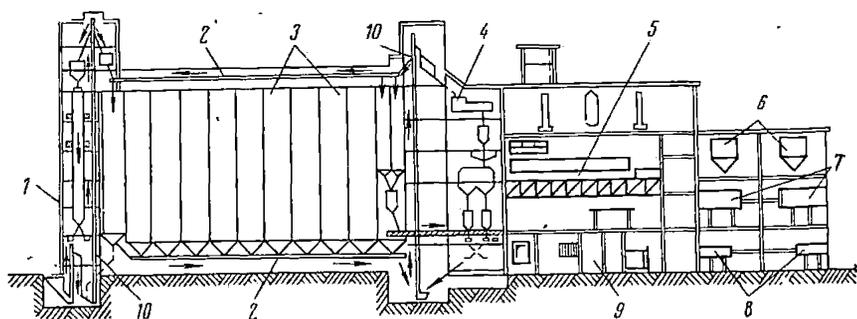


Рис. 15. Схема солодовенного завода фирмы «Steinecker» с совмещенным силосным корпусом.

Сушка солода в сушилке 5 ведется в кипящем слое, что позволяет снимать с 1 м² 500 кг солода, тогда как в общепринятых солодосушилках он достигает 250 кг. Горячий воздух подается в сушилку из отделения 9.

Готовый сухой солод направляется в отделение переработки 4, где отделяется от ростков и передается в силосы для хранения.

Объем здания для солодовни такой мощности составляет 100 000 м³, площадь застройки 4550 м², что в два с лишним раза меньше по сравнению с существующими классическими солодовнями.

Потребность в обслуживающем персонале составляет для элеватора с подработочным отделением — 10 человек, для производства солода — 20 человек при работе предприятия по пятидневной неделе.

Аналогичные по конструкции солодовенные заводы в сочетании с хранилищами ячменя и солода построены фирмой АВМ (Англия). Схема солодовенного завода этой фирмы в отличие от описанного солодовенного завода фирмы «Steinecker» предусматривает проращивание ячменя в солодорастильных барабанах.

БАРАБАНЫЕ СОЛОДОВНИ

В некоторых странах для рашения и сушки солода на заводах средней мощности применяются барабанные солодовни, позволяющие автоматизировать технологический процесс, что значительно повышает производительность труда.

Главным преимуществом солодовен этого типа является легкость регулирования режима солодоращения, так что с технологической точки зрения солодовни весьма рациональны, однако широкому распространению их препятствует большая металлоемкость конструкции.

Фирма «Columbia Malting» (США) выпускает барабанные солодовни, предназначенные для рашения и сушки солода. Каждый барабан устанавливается в закрытой камере (рис. 16), стены которой покрыты теплоизоляцией. Барабаны опираются ободами 5 на ролики 8 и вращаются на них. Ячмень загружается через загрузочный желоб 2 в барабаны 4 через люки 3, снабженные специальными затворами. Из камеры солодовни солод выгружается через те же люки шнековым транспортером 9. Нагнетательный патрубок вентилятора 6 соединен с перфорированной трубой, проходящей в центре вращающегося барабана. Горизонтальный воздушный канал 12 расположен под полом камеры.

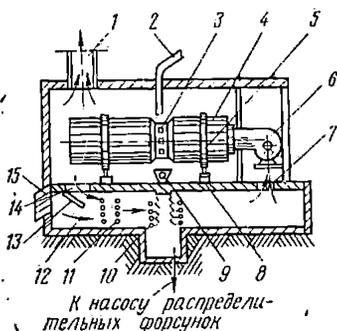


Рис. 16. Схема работы барабанной солодовни для рашения и сушки солода фирмы «Columbia Malting».

Наружный воздух поступает в барабан через клапан 15, решетку 7 и выводится через вытяжное устройство 1, снабженное заслонкой. Для сушки солода воздух нагревается в канале от газовых горелок 11, а увлажняется и охлаждается посредством водораспылительных форсунок 10. В полу камеры имеется отверстие 14 с клапаном 13, предназначенное для рециркуляции отработавшего воздуха.

ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Современные солодовенные производства оснащены высокопроизводительным оборудованием для подработки ячменя и производства солода.

Оборудование для очистки и сортировки ячменя. Технологическая схема отделения подработки ячменя солодовенного завода мощностью 80 тыс. т солода в год австрийской фирмы «Heid» (рис. 17) предусматривает очистку подлежащего подработке ячменя на машине для отделения остей, воздушнотитовом сепараторе, а затем последовательную обработку зерна на сортировочной машине и триере. Все операции проводятся в условиях аспирации.

Аналогичные установки для очистки и сортировки ячменя на солодовенных заводах выпускает машиностроительная промышленность ГДР.

Технологическая схема такой установки показана на рис. 18. Ячмень, пройдя автоматические дозирочные весы 1, электромагнитный уловитель 2 и крыльчатую шесталку 3, поступает на зерноочистительную машину 4 для отделения легких и незерновых примесей. Затем он поступает на высокопроизводительный триер 5, где отделяются битое зерно, сорняки и кормовой ячмень, после чего ячмень подается на плоскорешетную сортировочную машину 6, где подразделяется на пивоваренный ячмень I и II сорта. Перед поступлением ячменя в триеры все фракции его взвешиваются на автоматических весах-дозаторах 7, 8 и 9. Сортировка и очистка ячменя на установке проводятся в условиях тщательной аспирации, для чего установка снабжена пылеуловителем 10 и воздуходувкой 11.

В процессе хранения состояние ячменя строго контролируют, следя за влажностью, температурой, зараженностью вредителями. Для обеспечения надлежащих условий хранения ячмень подвергают соответствующей обработке.

Для сушки ячменя при повышенной влажности в зарубежной практике используются шахтные сушилки (рис. 19) номинальной пропускной способностью 6; 12 и 24 т ячменя в час, обеспечивающие снижение влажности зерна с 20 до 14%.

При влажности хранимого ячменя более 13—15% и температуре выше 20°C зерно необходимо проветривать, для чего пользуются передвижными вентиляторами, установленными на тележки.

Для контроля за состоянием ячменя в процессе хранения в ГДР применяют **температуризмительные установки.** Приборы этой установки измеряют и регистрируют температуру ячменя на различных уровнях силосных ячеек, что характеризует состояние ячменя.

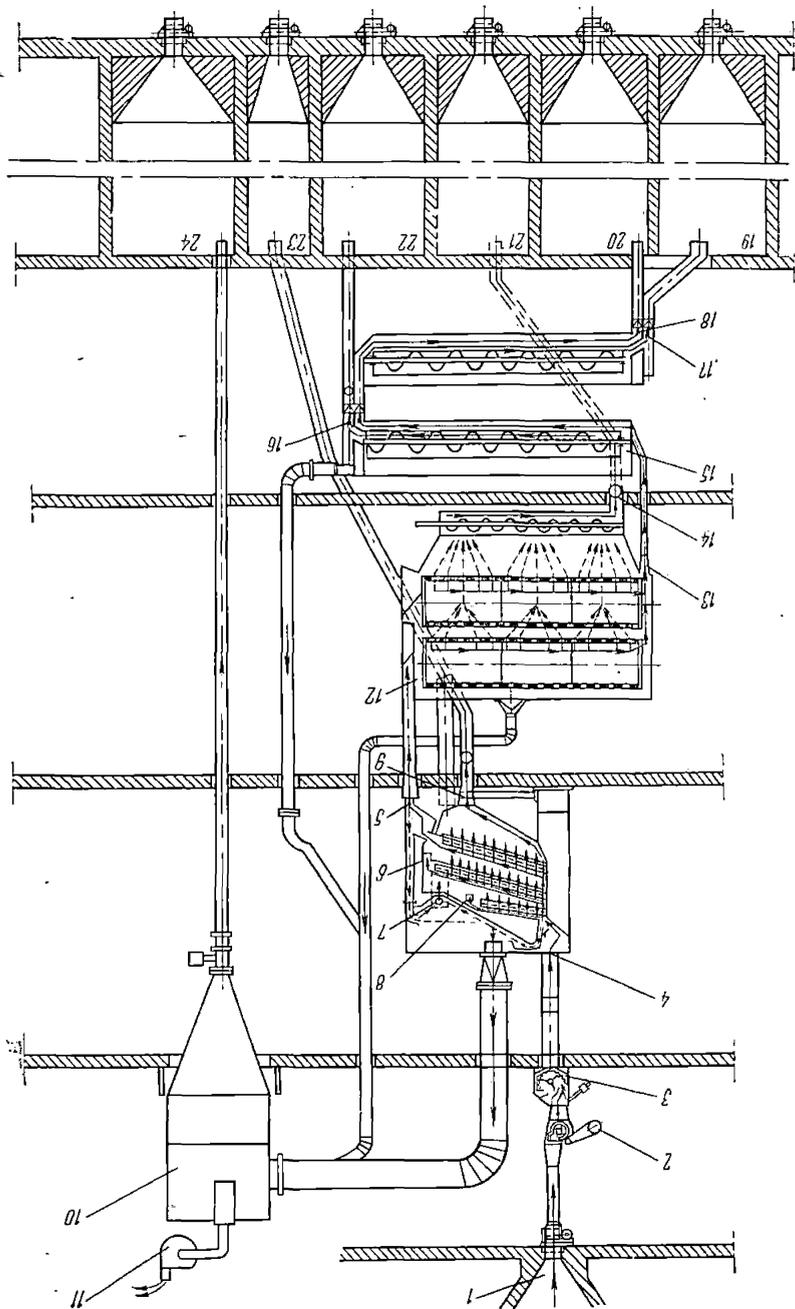
Для борьбы с вредителями и особенно с амбарным долгоносиком в ГДР применяют дезинфекционные установки. Используемый в них газ лейтокс уничтожает не только жуков, но и их личинки. Обработке подвергают как ячмень в мешках, так и в россыпи.

Для автоматического взвешивания ячменя в мешках и потоке, а также для затаривания ячменя в мешки в зарубежной практике широкое применение нашли **автоматические дозирочные весы.**

Выпускаемые в ГДР автоматические дозирочные весы непрерывного действия в зависимости от типа имеют производительность 10; 30 и 65 т/ч и рассчитаны на предельную нагрузку 50; 100 и 500 кг соответственно.

Автоматические весы для затаривания ячменя и взвешивания мешков типа 501.08 производительностью 120 мешков в час имеют пределы взвешивания 50—100 кг.

Устройство для удаления остей. Изготавливаемая в ГДР крыльчатая шесталка служит для удаления остей. В кожухе этого устройства на подшипниках вращается стальной вал, снабженный регулируемыми стальными бичами. Для отвода очищенного ячменя служит обходной канал с рычагом управления. Производительность шесталки 5 т/ч.



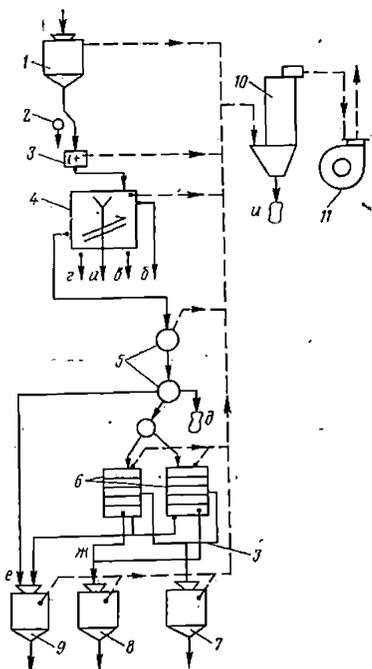


Рис. 18. Технологическая схема установки для очистки и сортировки ячменя для солодовенных заводов, выпускаемая в ГДР:

а—очень легкие примеси; *б*—легкие примеси, солома; *в*—мелкие сорные примеси; *г*—крупные сорные растения, камешки, песок и т. д.; *д*—битые зерна; *е*—кормовой ячмень; *ж*—ячмень II сорта; *з*—ячмень I сорта; *и*—легкие примеси и пыль.

Производительность очистительной машины зависит от пропускной способности сит, угла наклона их и очистительной способности предназначенных для этого скребков. Схема работы машины ясна из рис. 21. Очистительная машина имеет два просеивающих канала 1 и 7 оборудована просеивающим механизмом с двумя плоскими ситами 2 и 4. В то время как верхнее сито 2 используется для очистки зерна с помощью вращающегося очищающего скребка

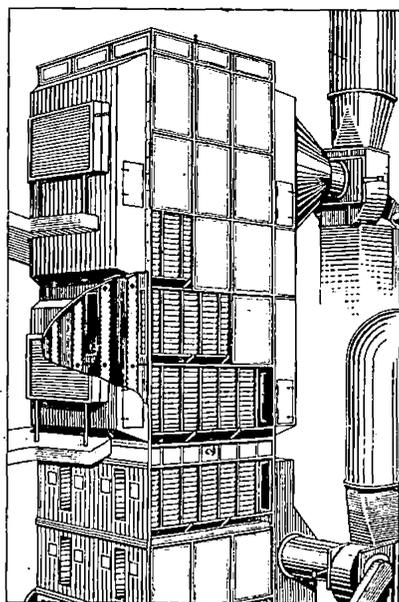


Рис. 19. Шахтная зерносушилка непрерывного действия.

Зерноочистительные машины. На заводах средней мощности для очистки ячменя от куколя и зерновых примесей используют вертикальные шнекообразные разгонные аппараты, работающие на центробежном принципе (рис. 20).

В ГДР выпускаются современные зерноочистительные и сортировальные машины большой производительности (6 и 12 т/ч).

Рис. 17. Технологическая схема отделения подработки ячменя солодовенного завода мощностью 80 тыс. солода в год фирмы «Heid» (Австрия):

1—бункер для ячменя; 2—автоматические дозировочные весы; 3—машина для отделения остей; 4—воздушно-ситовый сепаратор; 5—течка для ячменя после первичной очистки от легких примесей, отходов, мешочных ниток, песка и других незерновых примесей; 6—9—течки для съема легких примесей, отходов, мешочных ниток, песка, камешков; 10—пылеотделитель; 11—воздуходувка; 12—сортировочная машина; 13—течка для ячменя на триер; 14—течка для ячменя II сорта; 15—триер; 16—течка для сечки; 17—течка для пивоваренного ячменя I сорта; 18—течка для кормового ячменя; 19—бункер для хранения ячменя I сорта; 20—бункер для хранения кормового ячменя; 21—бункер для хранения ячменя II сорта; 22—бункер для хранения сечки; 23—бункер для незерновых примесей и отходов; 24—бункер для пыли.

3 с граблевыми захватами из пластмассы, нижнее сито 4 само подвергается очистке автоматическим щеточным приспособлением 5. Отсортированная примесь с обоих сит непрерывно выводится на приводной стороне 8, 9.

Легкий материал, отделенный в обоих просеивающих каналах, всасывается центробежным вентилятором 6 и через вытяжную вентиляционную трубу посредством трубопровода, который может быть проложен по четырем направлениям, отводится в пылевую камеру или отделитель.

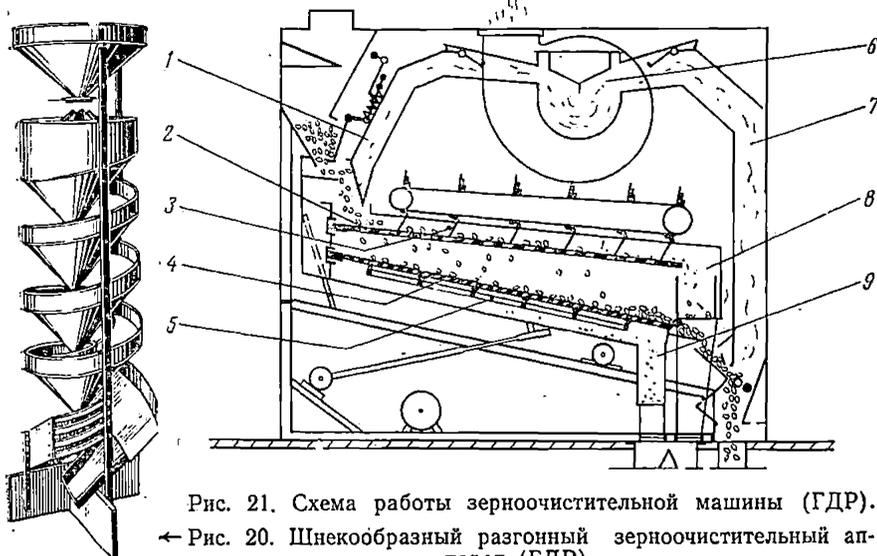


Рис. 21. Схема работы зерноочистительной машины (ГДР).

← Рис. 20. Шнекообразный разгонный зерноочистительный аппарат (ГДР).

Электромагнитная механическая система блокировки предотвращает открытие дверец во время очистки.

Выпускаемые в ГДР триеры с заменяемыми сегментами кожуха служат для отделения пивоваренного ячменя от круглых, длинных и мелких зерен и сечки. При этом также сортируются длинные зерна ячменя и зерновых примесей, например овса, пшеницы и т. д. Производительность триера зависит от диаметра и длины цилиндра и составляет 2—6 т/ч.

Вибрационная плоскорешетчатая сортировочная машина, выпускаемая в ГДР, служит для разделения зерна по фракциям. В корпусе машины размещен набор прямоугольных рам с ситами, имеющими ячейки различного сечения. Рамы расположены одна над другой и совершают круговое поступательное движение в горизонтальной плоскости.

Под каждым ситом имеется поддон, через вертикальные каналы которого отводится отсортированное зерно.

Для сортировки пивоваренного ячменя набираются три сита с отверстиями шириной (в мм): 2,8; 2,5 и 2,2.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЗАМАЧИВАНИЯ ЯЧМЕНЯ

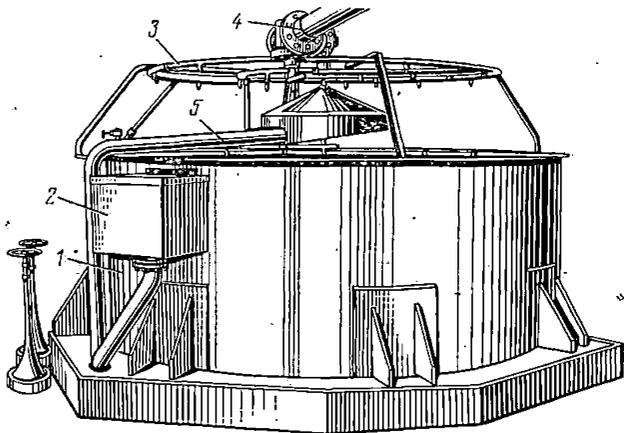
Известно, что в процессе замачивания зерно приобретает необходимую ему для проращивания влагу и насыщается кислородом для дыхания. В связи с этим правильная организация работы цеха замачивания и применяемого для этого оборудования является важным условием, обеспечивающим надлежащий ход всего процесса солодоращения.

Поэтому совершенствованию конструкций замочных чанов в практике пивоварения уделяется большое внимание.

Выпускаемые фирмой «Erfurten Mälzerei und Speicherbaufabrik» (ГДР) замочные чаны (рис. 22) снабжены коническими днищами для самотечной выгрузки зерна, а также устройствами для промывки зерна.

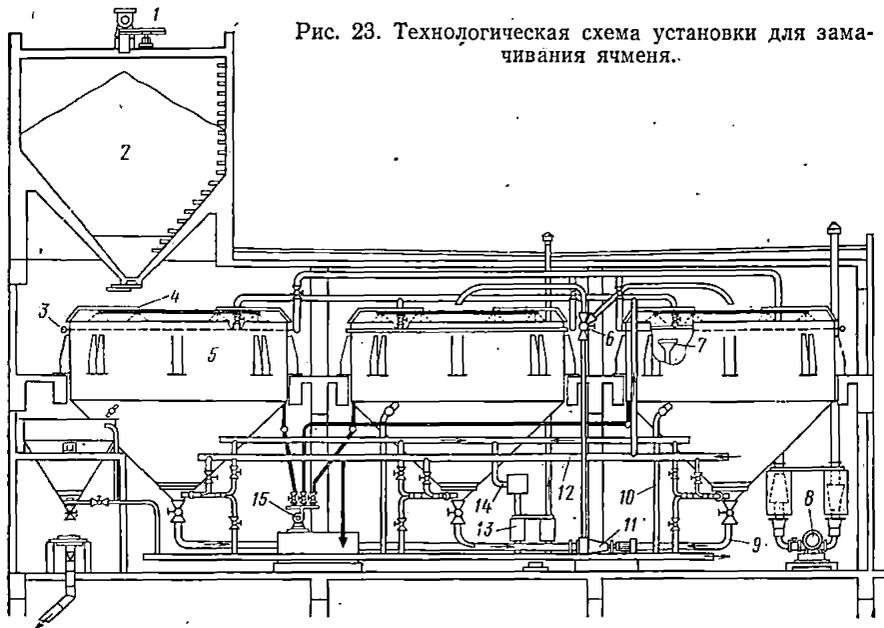
Рис. 22. Замочный чан фирмы «Erfurten Mälzerei und Speicherbaufabrik»:

1—корпус замочного чана; 2—переливное устройство; 3—устройство орошения; 4—трубопровод для подачи ячменя; 5—трубопровод для чистой воды.



Современная установка для замачивания ячменя (рис. 23) состоит из бункера для ячменя 2, который загружается в него транспортером 1, снабженным счетным механизмом; трех замочных чанов 5 вместимостью по 25 т, снабженных устройством для перелива 7, устройствами для продувания зерна воздухом 3 и орошения ячменя водой 4, устройством 13 для удаления CO_2 и системой трубопроводов: для перекачки замоченного ячменя 9 с двухходовым краном 6, для удаления сточной воды 10, для подачи свежей воды 12, для удаления CO_2 14, а также насоса для перекачки замоченного ячменя 11, центробежного насоса для орошения 15 и воздуходувок 8.

Рис. 23. Технологическая схема установки для замачивания ячменя.



Продолжительность замачивания ячменя на установке обычно составляет 50—72 ч при температуре воды 10—20°C. Установка работает следующим образом. Необходимое для замачивания количество ячменя взвешивается автоматическими конвейерными весами, установленными на транспортере, после чего ячмень поступает в бункер, находящийся над первым замочным чаном, снабженным устройством для промывания зерна и переливным устройством. Подаваемая снизу в чан свежая вода удаляет слав ячменя и остаточную грязь. Замачивание ячменя проводится воздушно-водяным методом, который обеспечивает оптимальное снабжение ячменя кислородом. В процессе замачивания ячмень периодически орошается водой и аэрируется; образующийся диоксид углерода отсасывается через определенные промежутки времени.

В течение всего периода замачивания ячмень ежедневно перекачивается из одного замочного чана в другой, благодаря чему положение зерен в чане меняется. Загрузка солодорастильных ящиков замоченным ячменем производится гидравлическим путем посредством перекачки насосом 11. Установка снабжена приборами для автоматического управления процессами.

В США на солодовенных заводах большой мощности используют железобетонные замочные чаны прямоугольной формы высотой 6,5 м. Днище чанов изготовляют с уклоном к центру; высота наклонной части до 2,5 м обеспечивает автоматическую разгрузку чана от зерна и спуск воды из него через центральный желоб, закрытый сеткой из нержавеющей стали. Над желобом по всей длине чана расположены водяная и воздушная трубы с разбрызгивающими форсунками, работающими под большим давлением. Замоченный ячмень перекачивается в солодорастильные ящики гидравлическим насосом.

Ячмень подают в замочный чан через верхнюю трубу в смоченном виде. Ячмень вместе с водой поступает в сепаратор, расположенный над замочным чаном. Сепаратор представляет собой стальное сито, насаженное на воронку, через которую сточная вода удаляется в канализацию. Для уменьшения разбрызгивания воды воронка сепаратора закрыта металлическим цилиндрическим козырьком. На сепараторе лотком отделения зерна от воды происходит также предварительная промывка зерна. В процессе наполнения замочного чана ячмень аэрируется через днище чана, а грязная вода и силос удаляются сверху через сливное устройство. После мойки ячмень оставляют в чане, периодически аэрируя его до тех пор, пока он не приобретет необходимую влажность. Вместимость каждого замочного чана — 95 т ячменя.

При производстве солода в пневматических ящичных солодовнях нашли широкое применение автоматизированные штопорные ворошители солода разнообразной конструкции и производительности с устройством для выгрузки солода из солодорастильных ящиков. Устройство и принцип работы штопорных ворошителей солода аналогичны отечественным конструкциям, однако солодворошитель фирмы «Ergurten Mälzerei und Speicherbaufabrik» (ГДР) выгодно отличается компактностью конструкции, эстетичным оформлением и безопасностью в работе. Приводное устройство его размещено в закрытом кожухе, что улучшает санитарно-гигиеническое состояние оборудования.

СОЛОДОСУШИЛКИ

Для сушки поступающего из солодорастильных ящиков свежепроросшего солода широко применяются одноярусные высокопроизводительные сушилки, которые позволяют значительно интенсифицировать процесс сушки солода. Свежепроросший солод с содержанием влаги 40—45% высушивается на такой сушилке до влажности 3—4,4% за 18—20 ч.

Наряду с этим изготавливаются сушилки и с одной опрокидывающейся решеткой. Решетки в обоих типах сушилки опрокидываются с помощью электродвигателя со шпindelной передачей. В сушилке с двумя решетками каждая из них опрокидывается индивидуальным приводом, который располагается под решеткой.

В ГДР изготавливают сушилки полезной площадью 100 м² (одна решетка) и 200 м² (две решетки). Удельная нагрузка ячменя на 1 м² площади решетки

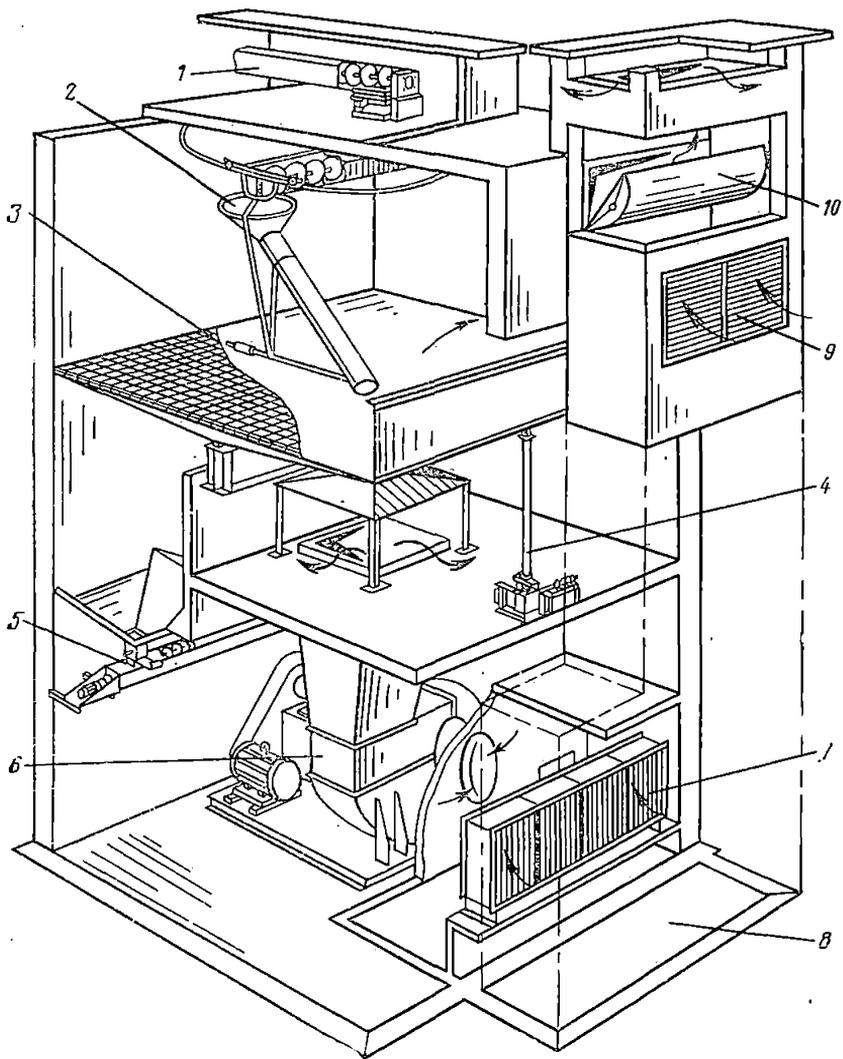


Рис. 24. Схема сушилки с одной опрокидывающейся решеткой для сушки солода в толстом слое:

1—питающий транспортер; 2—загрузочное устройство; 3—решетка; 4—привод решетки; 5—шнековый транспортер; 6—центробежный вентилятор; 7—теплообменник; 8—воздушный канал; 9—жалюзи для забора свежего воздуха; 10—поворотная заслонка.

может составить до 500 кг. Сушилка (рис. 24) снабжена питающим транспортером и имеет загрузочное устройство для подачи солода на опрокидывающую решетку.

Для сушки солода, который располагают на решетке слоем высотой от 0,8 до 1,3 м, нагретый воздух центробежным вентилятором нагнетается под решетку и, пройдя сквозь слой солода, высушивает его до требуемых кондиций. Устройство сушилки позволяет повторно использовать теплый воздух.

РОСТКООТБИВНЫЕ МАШИНЫ

Готовый солод после охлаждения направляют для отделения ростков на росткоотбивные машины.

В росткоотбивной машине марки OS-4G-L (рис. 25), выпускаемой фирмой «Strajobal» (ЧССР), солод через входной штуцер 1 шнековым питателем 2 вводится в торцевую часть цилиндра 3. На валу цилиндра 4 укреплены спицы 9, а на концы их по окружности насажены лопасти 8, предназначенные для отделения ростков и транспортировки солода в разгрузочный штуцер 5.

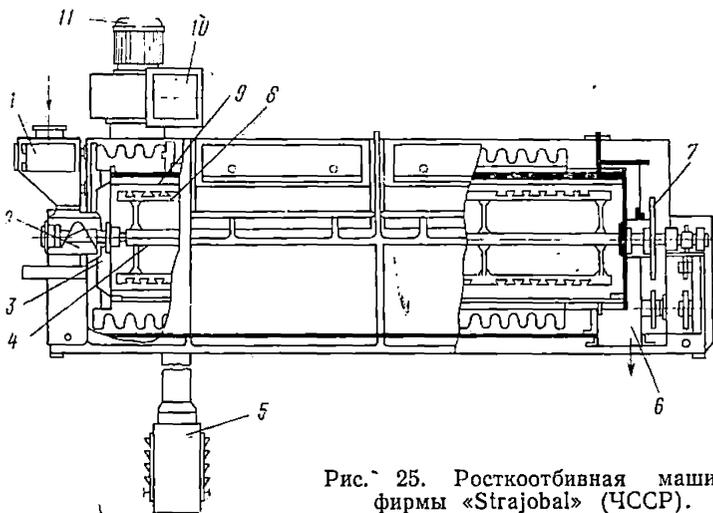


Рис. 25. Росткоотбивная машина фирмы «Strajobal» (ЧССР).

В верхней части росткоотбивной машины установлен вентилятор 10, который приводится в движение от электродвигателя 11. В нижней части машины находятся регулируемый клапан для забора воздуха и привод цилиндра 7. Отбитые ростки удаляются через штуцер 6, пройдя через ситовые стенки росткоотбивного цилиндра. Раздавленные зерна (сечка) и ростки, не прошедшие сквозь сито, отделяются струей воздуха, просасываемого через машину.

Производительность росткоотбивной машины 2—4 т/ч.

ОЧИСТИТЕЛИ СОЛОДА

Для окончательной очистки солода от пыли и крупки перед отгрузкой потребителю зарубежные фирмы выпускают очистители различных конструкций. Очиститель типа CS-12-G, выпускаемый фирмой «Strajobal» (ЧССР), представляет собой металлическую коробку, внутри которой помещены сортировочные и очистительные валки. Под валками размещены шнеки для отвода крупки и мелких загрязнений. Для отделения крупных загрязнений служат плоские вибрирующие сита. В пространстве между шнеками расположен отсасывающий вентилятор. Производительность очистителя 12 т/ч.

Глава II. ПРОИЗВОДСТВО ПИВА

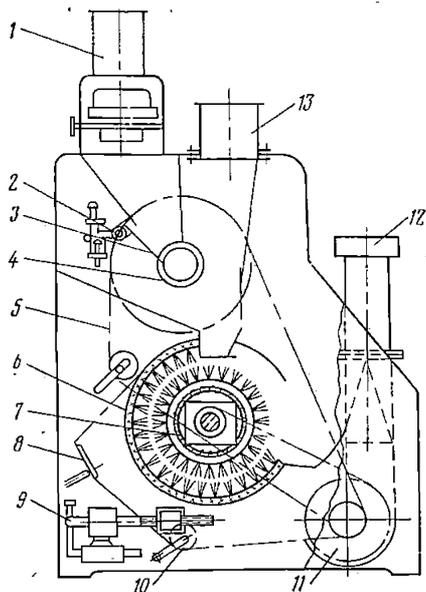
СОЛОДОПОЛИРОВОЧНЫЕ МАШИНЫ

Солод, направляемый на затирание, должен быть подвергнут обработке на полировочных машинах для отделения пыли и посторонних примесей.

Наиболее совершенной из машин, выпускаемых отечественным машиностроением, которая может быть использована для полировки солода, является щеточная полировочная машина марки ЗЩГ-5 Горьковского машиностроительного завода им. Воробьева, используемая в крупной промышленности (рис. 26).

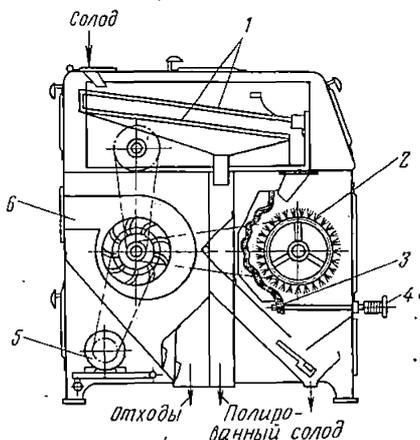
Солод в машину подается через приемные устройства 1 и регулируемый заслонкой 2 вальцовый питатель 3. Валок 4 питателя направляет солод в зазор между вращающимися щеточными барабанами 7 и щеточной декой 6. Расстояние между щетками регулируется с помощью прижимного устройства 8 и регулятора зазора 9. Выделяющаяся при работе пыль отсасывается аспирационной системой по трубопроводу 13.

Машина выпускается в двух вариантах: для заводов с механическим и пневматическим транспортом. В первом случае очищенный солод выводится из машины шнеком 11, а во втором — засасывается с помощью барабанного питателя и удаляется через трубу 12. Питатель солода и щеточный барабан приводятся в движение от электродвигателя через цепную передачу 5. Натяжение цепей передачи производится посредством механизма 10. Производительность машины до 5 т/ч. Мощность электродвигателя 2,2 кВт.



← Рис. 26. Солодополировочная машина ЗЩГ-5.

Рис. 27. Солодополировочная машина фирмы «Erfurten Mälzerei und Speicherbaufabrik» (ГДР).



В зарубежных странах выпускаются солодополировочные машины различной конструкции. Схема работы такой машины, выпускаемой фирмой «Erfurten Mälzerei und Speicherbaufabrik», показана на рис. 27.

Солод поступает на сотрясательные сита 1, где освобождается от посторонних примесей и направляется на щетки вращающегося полировочного барабана 2. Против этого барабана установлен волнистый ограничитель 3, образующий рабочую щель, ширина которой регулируется маховичком 4.

При прохождении через рабочую щель солод освобождается от пыли и взвешенных частиц, которые уносятся воздухом, отсасываемым вентилятором 6. Сотрясательное сито, щеточный барабан и вентилятор приводятся в движение электродвигателем 5.

Техническая характеристика солодополировочных машин (ГДР)

	MP-400	MP-500	MP-630	MP-800
Производительность, кг/ч	2000	3000	4000	5000
Мощность электродвигателя, кВт	1,5	1,5	2,2	3,0
Габаритные размеры, мм				
длина	1440	1440	1440	1440
ширина	830	930	1055	1230
высота	1510	1510	1510	1510
Масса, кг	690	790	1030	1220

АГРЕГАТЫ ДЛЯ ВАРКИ ПИВНОГО СУСЛА

В последние годы для оснащения строящихся и реконструируемых пивоваренных заводов создан ряд новых варочных агрегатов. К числу их относятся: осваиваемые в СССР автоматизированные агрегаты на 3; 5,5 и 10 т единовременной засыпки зернопродуктов, автоматизированный варочный агрегат фирмы «Steinecker» (ФРГ); фильтрационный аппарат типа «Streinmaster» фирмы «Anheuser Busch» (США), заторный фильтр-пресс фирмы «Meuca» (Бельгия) и др.

Большая часть варочных цехов отечественных пивоваренных заводов оснащена агрегатами на 1; 3,5 и 5,5 т единовременной засыпки зернопродуктов, состоящих из четырех аппаратов: заторного, отварочного, сусловарочного и фильтрационного; меньшая часть цехов оборудована агрегатами из шести аппаратов, в том числе 2 заторных, 2 сусловарочных и 2 фильтрационных.

Аппараты агрегатов цилиндрической формы, относительно больших размеров, занимают помещение высотой до 14 м и располагаются на двух площадках. Наличие двух изолированных площадок затрудняет наблюдение за работой агрегатов и усложняет их обслуживание.

Типовые варочные агрегаты имеют еще один существенный недостаток, заключающийся в диспропорции между производительностью отдельных аппаратов. Вследствие разной длительности производственных операций оборачиваемость четырехаппаратного варочного агрегата лимитируется медленной работой фильтрационного аппарата, в связи с чем не превышает четырех обо-

ротов в сутки, а шестиаппаратного — не более шести из-за недостаточной оборачиваемости заторных аппаратов.

Годовая производительность типовых варочных агрегатов по жигулевскому пиву при установленном соотношении расхода зернопродуктов 85% солода и 15% несоложенного сырья и при действующих нормах выхода пива из сырья составляет

Вместимость, т зернопродуктов	Производительность, млн. дал	
	4-аппаратный агрегат	6-аппаратный агрегат
1	0,7	1,1
1,5	1,1	1,6
3,0	2,2	3,3
5,5	3,65	6,0

ВАРОЧНЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ АГРЕГАТЫ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Конструкторским бюро НПО ПБП разработаны конструкции варочных агрегатов на 3 и 10 т единовременной засыпки зернопродуктов.

Варочный агрегат на 3 т отличается от типовых варочных агрегатов той же вместимости компактностью. Агрегат делает 5 оборотов в сутки. Все оборудование варочного агрегата размеща-

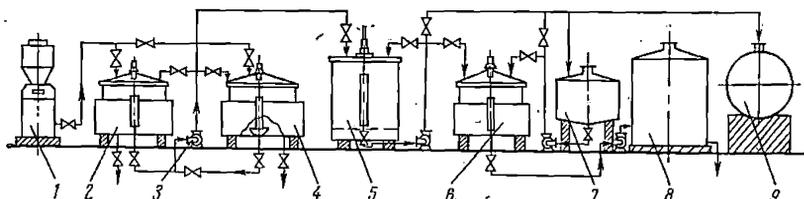


Рис. 28. Аппаратурно-технологическая схема трехтонного варочного агрегата типа РЗ-ВВЦЗ-3.

ется на одной отметке, что значительно облегчает обслуживание. Оснащение варочных цехов трехтонными агрегатами РЗ-ВВЦЗ взамен типовых агрегатов позволит повысить производительность цехов с 2,2 млн. дал пива в год до 2,8. Теми же преимуществами обладают варочные агрегаты Е-23 на 5,5 т единовременной засыпки зернопродуктов, разработанные Северо-Донецким филиалом НИИхиммаша в содружестве с НПО ПБП, и 10-тонный варочный агрегат РЗ-ВВЦ-10. Размеры агрегатов рассчитаны так, чтобы трехтонный агрегат можно было разместить на площади, занимаемой полутонным варочным агрегатом классического типа, а десятитонный агрегат — на площади, занимаемой 5,5-тонным агрегатом классического типа.

Варочный агрегат РЗ-ВВЦЗ-3. В состав агрегата (рис. 28) входят установки для дробления увлажненного солода 1, ячменя и хмеля; заторно-отварочные аппараты 2 и 4, насосы 3, фильтрационный аппарат 5, суловарочный аппарат 6, сборник горячего

сула 7, гидроциклонный аппарат 8 и сборник промывных вод 9. В состав варочного аппарата входит также пульт автоматического управления работой агрегата.

Заторно-отварочный аппарат РЗ-ВВЦ-3-3, входящий в состав варочного агрегата (рис. 29), представляет собой цилиндрический сосуд 1 с плоским наклонным днищем 6 и конической крышкой 2

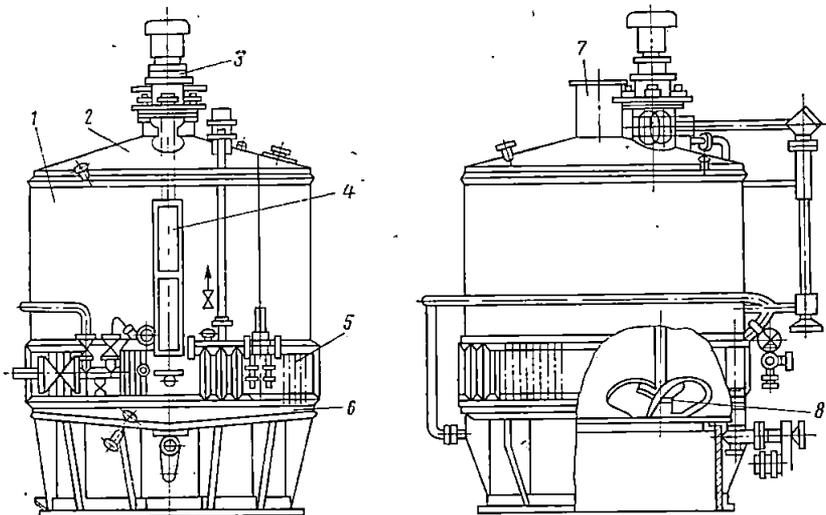


Рис. 29. Заторно-отварочный аппарат РЗ-ВВЦ-3-3.

с люком. Аппарат снабжен мешалкой 8 с верхним приводом 3, смотровым стеклом 4, обогревательными элементами 5 и паропроводящей трубой 7, арматурой для подачи дробленого сырья, затора, подвода пара, вывода затора и отвода конденсата. Обогревательные элементы выполнены из уголков, приваренных ребрами к нижней части цилиндрического корпуса и днищу. Для промывки аппарата водой или моющим раствором предусмотрены форсунки, соединенные штуцерами с водоподводящей кольцевой камерой.

Техническая характеристика заторно-отварочного аппарата РЗ-ВВЦ-3-3

Объем, м ³	
номинальный	19
рабочий	15
Площадь поверхности нагрева, м ²	11
Давление пара в обогревательных элементах и воды в магистральной, МПа	0,6
Частота вращения мешалки, об/мин	60
Мощность электродвигателя мешалки, кВт	7,5
Габаритные размеры, мм	3800×3200×5170
Масса, кг	
номинальная	4115
в рабочем состоянии	24115

Сборник промывной воды Е-2321 цилиндрической формы, имеет два сферических днища. Он снабжен обогревательными элементами, штуцерами ввода и вывода воды, подачи пара в обогревательные элементы, выхода конденсата, установки термометра и воздушника, а также люком для осмотра и чистки.

Техническая характеристика сборника промывной воды Е-2321

Объем номинальный, м ³	5
Площадь поверхности нагрева, м ²	2
Давление, МПа	
в сборнике	0,1
в обогревателе	0,6
Температура, °С	
в сборнике	85
в обогревателе	158
Габаритные размеры, мм	3710×1670×1670
Масса, кг	
номинальная	875
в рабочем состоянии	5875

Фильтрационный аппарат Е-2318 (рис. 30) — это цилиндрический сосуд с плоской крышкой и коническим дном, в центре которого имеется кран для слива сусла, а ближе к периферии расположен выходной штуцер для дробины. Над основным днищем внутри аппарата находится второе ситчатое дно, под которым располагаются два кольцевых коллектора с форсунками для промывки водой сит и подситового пространства.

Аппарат снабжен смотровым окном 2, а также разрыхлительным механизмом, привод которого 1 расположен на крышке аппарата. Дробина после промывки выводится из аппарата с помощью разгрузочного шнека 3. Разрыхлительный механизм представляет собой траверсу с закрепленными на ней вертикальными ножами. Ниже ножей расположены скребок и наклонная планка для удаления дробины при вращении разрыхлителя. Разрыхлитель снабжен механизмом для подъема.

В цилиндрическом корпусе аппарата укреплен коллектор с форсунками для орошения водой и выщелачивания дробины, а также для промывки аппарата по окончании фильтрации.

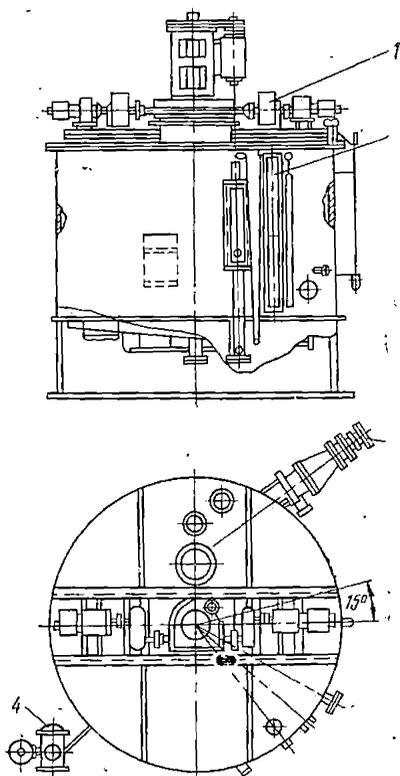


Рис. 30. Фильтрационный аппарат Е-2318.

Сусло, находящееся над слоем дробины, выводится из аппарата с помощью декантации. Скорость декантации регулируется клапаном, установленным на нагнетательном трубопроводе от насоса, связанного с регулятором фильтрации, который соединен с промывочным сосудом 4.

Техническая характеристика фильтрационного аппарата Е-2318

Объем, м ³	
номинальный	32
рабочий	18
Площадь поверхности фильтрации, м ²	13
Частота вращения разрыхлителя, об/мин	
при промывке дробины	0,35
при выгрузке дробины	6
Мощность электродвигателя, кВт	17,7
Габаритные размеры, мм	4500×4500×5335
Масса, кг	
номинальная	9815
рабочая	29815

Сборник горячего сусла РЗ-ВВЦ-3-С представляет собой закрытый цилиндрический сосуд с конической крышкой и наклонным к сливному отверстию днищем. Сборник снабжен рубашкой для обогрева паром, смотровым окном и устройством для мойки внутренней поверхности, состоящим из форсунок и кольцевого коллектора. В крышке сборника имеются штуцеры для подачи сусла, промывной воды, а в днище — штуцеры для подвода пара в рубашку, вывода конденсата и промывной воды.

Техническая характеристика сборника горячего сусла РЗ-ВВЦ-3-С

Объем, м ³	
номинальный	26
рабочий	20,5
Площадь поверхности нагрева, м ²	5
Давление пара в рубашке и воды в магистрали, МПа	0,6
Температура сусла в аппарате, °С	70
Габаритные размеры, мм	4100×3615×4200
Масса, кг	
номинальная	3060
в рабочем состоянии	23060

Сусловарочный аппарат РЗ-ВВЦ-3-С (рис. 31), как и заторный аппарат, имеет цилиндрическую форму; днище плоское, наклонное, крышка коническая. Аппарат снабжен мешалкой 5 и обогревательными элементами 3. На крышке аппарата смонтированы паропроводящая труба 1 и привод мешалки 2. Смотровое стекло 6 расположено на передней стенке аппарата. Под крышкой в верхней части корпуса аппарата укреплена кольцевая труба с форсунками для разбрызгивания воды во время мойки. Сусло сливается через спускной патрубок, перекрываемый задвижкой 4.

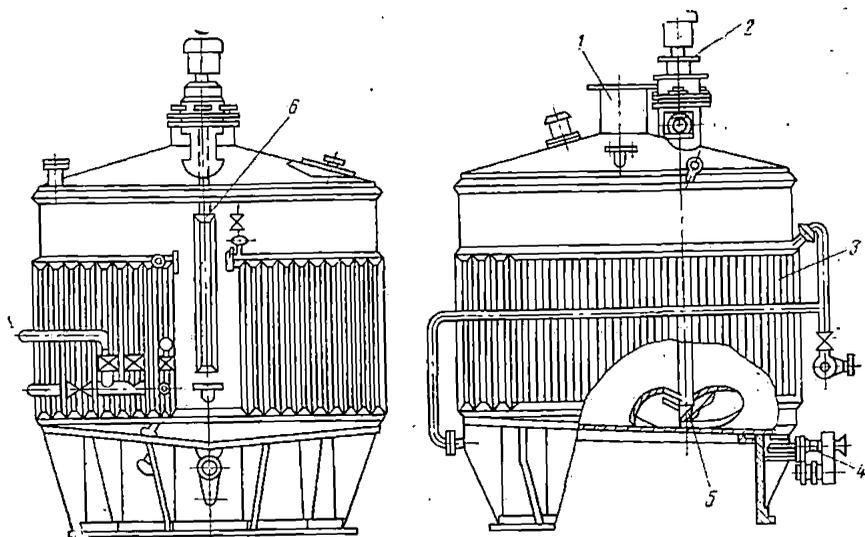


Рис. 31. Сусловарочный аппарат РЗ-ВВЦ-3-С.

Техническая характеристика сусловарочного аппарата РЗ-ВВЦ-3-С

Объем, м ³	
номинальный	25
рабочий	20,5
Площадь поверхности нагрева, м ²	24
Давление в обогревательных элементах поверхности и воды в магистрали, МПа	0,6
Температура, °С	
в аппарате	100
в обогревательных элементах	158
Частота вращения мешалки, об/мин	60
Мощность электродвигателя мешалки, кВт	7,5
Габаритные размеры, мм	4450×3700×5200
Масса, кг	
номинальная	4580
в рабочем состоянии	24580

Для ускорения процесса осветления сушла НПО ПБП создан гидроциклонный аппарат РЗ-ВГЧ-3 (рис. 32), представляющий собой сосуд цилиндрической формы с конической крышкой 1, вогнутым внутрь днищем 4 с уклоном к сливному отверстию и лотком 5 по периферии. Под крышкой аппарата расположен кольцевой коллектор 3 с форсунками, предназначенный для мойки аппарата и смыва осадка.

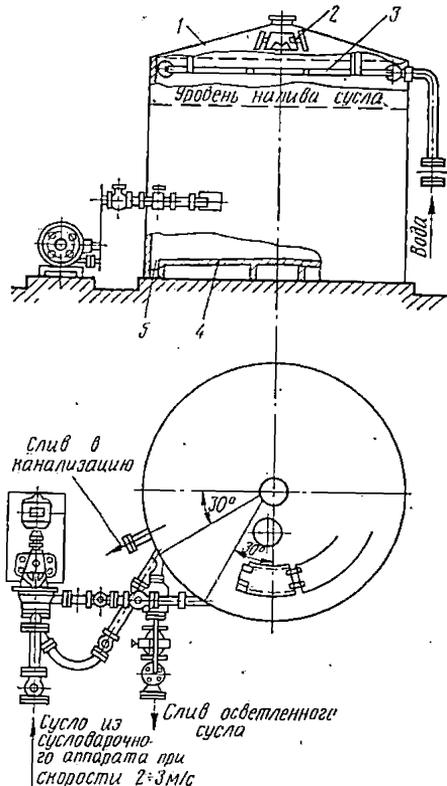
Аппарат снабжен штуцерами для подачи и слива осветленного и мутного сушла, а также люком 2 для осмотра.

Сушло подается в аппарат через сопло с определенной скоростью, тангенциально под углом к поверхности обечайки. При этом содержимое аппарата приводится во вращение и под действием развивающихся центробежных сил происходит ускоренное

отделение белковых взвесей, которые устремляются к центру и быстро, за 30—40 мин, осаждаются на дне в виде плотного осадка.

Техническая характеристика гидроциклонного аппарата РЗ-ВГЧ-3

Объем м ³	
номинальный	26
рабочий	20
Диаметр, мм	3000
Высота, мм	4125
Масса, кг	
номинальная	1800
в рабочем состоянии	21800



В комплект оборудования варочного агрегата входит также установка для дробления увлажненных шишек хмеля РЗ-ВХМ производительностью 250 кг/ч, разработанная НПО ПБП. Она состоит из смесителя и насоса-дробилки. Смеситель предназначен для замачивания и смешивания шишек хмеля с суслом. Насос-дробилка дробит хмель и одновременно перекачивает получаемую хмелевую суспензию в сусловарочный аппарат. Применение такой установки позволяет повысить степень извлечения горьких веществ из хмеля. При использовании брикетированного или гранулированного хмеля устанавливается центробежный насос для перекачивания хмелевой суспензии в сусловарочный аппарат.

Рис. 32. Гидроциклонный аппарат РЗ-ВГЧ-3.

Пример расчета экономического эффекта от внедрения автоматизированного варочного агрегата РЗ-ВВЦ-3 на 3 т единовременной засыпи зернопродуктов

Исходные данные для сравнительного расчета экономической эффективности от внедрения варочного агрегата РЗ-ВВЦ-3 по данным НПО ПБП.

	Базовый вариант	Расчетный вариант
Объем производства в год, тыс. дал	2125,7	2657,9
Число варок в сутки	4	5
Расход хмеля на 1 варку, кг	40	34
Стоимость хмеля, руб./т		7244
Численность обслуживающего персонала, чел.-сут	15	12
Число рабочих дней в году		323
Установленная мощность электродвигателей, кВт	56,2	71,8
Коэффициент использования электрооборудования		0,5
Стоимость электроэнергии, руб./кВт·ч		0,02
Часовая тарифная ставка рабочего III разряда, руб.		0,463
Стоимость агрегата, тыс. руб.	23	40
Удельные затраты на 1 дал пива, руб.	0,0108	0,0151

Годовой экономический эффект рассчитывается из сопоставления приведенных затрат по базовому и расчетному вариантам.

Расчет стоимости хмеля:

базовый вариант $0,040 \times 7244 \times 4 \times 323 = 374369,92$ руб.;

расчетный вариант $0,034 \times 7244 \times 5 \times 323 = 397768,04$ руб.

Расчет заработной платы:

базовый вариант $0,463 \times 1850 \times 15 \times 1,434 = 18,425$ тыс. руб.;

расчетный вариант $0,463 \times 1850 \times 12 \times 1,434 = 14,740$ тыс. руб.;

где 1,434 — коэффициент, учитывающий дополнительные расходы к расчету заработной платы на 1 рабочего;

1850 — годовой фонд рабочего времени одного рабочего.

Амортизационные отчисления (7,2%):

базовый вариант $23000 \times 0,072 = 1656$ руб.;

расчетный вариант $40000 \times 0,072 = 2880$ руб.

Расчет стоимости электроэнергии:

базовый вариант $0,02 \times 56,2 \times 0,5 \times 24 \times 323 = 4356,6$ руб.;

расчетный вариант: $0,02 \times 71,8 \times 0,5 \times 24 \times 323 = 5565,9$ руб.

Изменение статей калькуляции (руб.) в расчете на 1 дал пива

	Базовый вариант	Расчетный вариант	Экономия (-), перерасход (+)
Стоимость хмеля	0,176116	0,149705	-0,026411
Заработная плата	0,008667	0,005547	-0,003120
Амортизационные отчисления	0,000779	0,001083	+0,000304
Стоимость электроэнергии	0,002049	0,002094	+0,000045
Всего			-0,029182

Удельные капиталовложения на 1 дал пива:

базовый вариант $2300 : 2125700 = 0,0108$ руб.;

расчетный вариант $40000 : 2657900 = 0,0150$ руб.

Годовой экономический эффект на 1 агрегат с учетом нормативного коэффициента эффективности 0,15 составит

$$Э = [0,029182 - 0,15(0,0151 - 0,0108)] 2657,9 = 75,85 \text{ тыс. руб.}$$

Годовой экономический эффект в расчете на 1 млн. дал пива составит

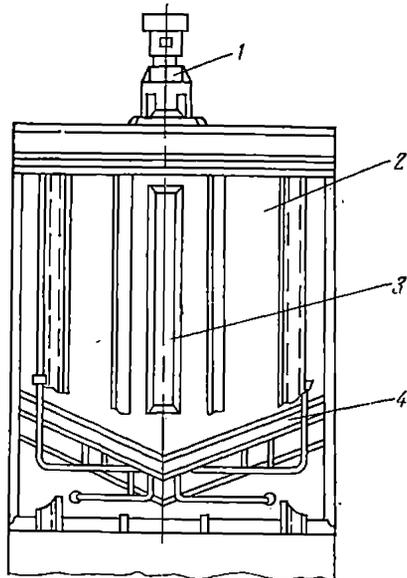
$$75,850 : 2,6579 = 28,5 \text{ тыс. руб.}$$

Варочный агрегат Е-23 на 5,5 т одновременной засыпи зернопродуктов. В состав агрегата входят два заторных и один суслорварочный аппарат прямоугольной формы, фильтрационный аппарат, гидроциклонный аппарат, сборник для суслу цилиндричес-

кой формы, установки для дробления увлажненного солода, несоложенных материалов и хмеля, сборники промывных вод. Все аппараты агрегата имеют индивидуальный привод и устанавливаются на одной отметке. Управление работой агрегата автоматизировано.

Заторный аппарат Е-2355 (рис. 33) представляет собой сосуд с корпусом 2, имеющим прямоугольную форму, с плоской крышкой и наклонным с двух сторон к центру днищем. Аппарат снабжен двумя мешалками пропеллерного типа с верхним приводом 1, смотровым окном 3, обогревательными элементами 4, выполненными в виде уголков, приваренных ребрами к днищу аппарата. В задней стенке имеется люк для осмотра, чистки и ремонта. Под крышкой внутри аппарата проложен коллектор с оросительными форсунками, предназначенными для мойки водой и смыва остатков дробины.

Аппарат оснащен арматурой для подачи дробленого сырья, затора, пара, воды и слива сусла, отвода пара, промывной воды и выхода конденсата.



← Рис. 33. Заторный аппарат Е-2355.

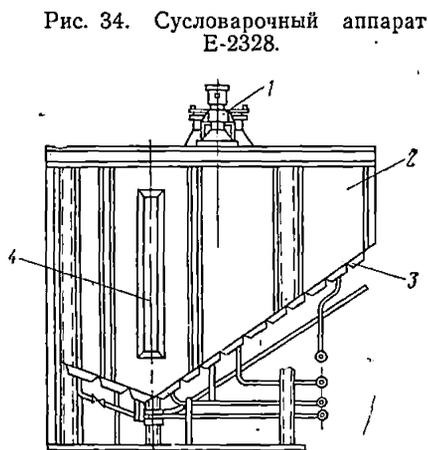


Рис. 34. Сусловарочный аппарат Е-2328.

Техническая характеристика заторного аппарата Е-2355

Объем, м ³	
номинальный	30
рабочий	25
Площадь поверхности нагрева, м ²	14
Давление пара в нагревательных элементах и воды в оросителе, МПа	0,6
Частота вращения мешалки, об/мин	59,5
Мощность электродвигателей мешалок, кВт	15
Габаритные размеры, мм	5470×2920×4240
Масса, кг	
номинальная	8550
в рабочем состоянии	34950

Сусловарочный аппарат Е-2328 (рис. 34) варочного агрегата Е-23 также имеет прямоугольную форму. Аппарат оборудован двумя мешалками с приводами 1, установленными на плоской крышке. Поверхность нагрева 3 выполнена из уголков, приваренных к днищу. Аппарат снабжен смотровым окном 4, установленным на фасадной стороне корпуса 2 аппарата. Для наполнения и освобождения аппарата имеются соответствующие штуцеры.

Техническая характеристика сусловарочного аппарата Е-2328

Объем, м ³	
номинальный	50
рабочий	35
Площадь поверхности нагрева, м ²	26
Давление пара в обогревательных элементах, МПа	0,6
Мощность электродвигателей мешалок, кВт	10,0
Габаритные размеры, мм	5700×4000×4845
Масса, кг	
номинальная	12200
в рабочем состоянии	49100

Установка для дробления увлажненного солода, ячменя и хмеля, фильтрационный и гидроциклонный аппараты по конструкции аналогичны применяемым в варочном агрегате ВВЦ-3. Варочный агрегат Е-23 делает пять оборотов в сутки. Производительность его составляет 4,8 млн. дал пива в год.

Пример расчета экономического эффекта от внедрения автоматизированного варочного агрегата Е-23 на 5,5 т единовременной за- сыпи зернопродуктов

Экономический эффект определяется в сравнении с показателями аналогичного неавтоматизированного агрегата производительностью 4 млн. дал пива в год. Данные по базовому варианту взяты из плановой калькуляции пивоваренного завода производительностью 4 млн. дал пива в год.

Исходные данные

Сокращение потерь экстракта в варочном цехе, %	0,314
Сокращение объемных потерь в броидильном отделении, %	0,16
Увеличение оборачиваемости агрегата (повышение производительности предприятия), %	2,2
Сокращение расхода пара на варочный цех, %	10
Экономия расхода топлива, %	6,7
Сокращение численности обслуживающего персонала в варочном цехе (1 человек — 1 агрегат)	4
Годовой выпуск пива на базовом предприятии, тыс. дал	3960
Цеховые расходы на базовом предприятии, тыс. руб.	203
Общезаводские расходы на базовом предприятии, тыс. руб.	125
Средневзвешенная экстрактивность солода по ВСВ, %	72
Удельный расход солода, т/тыс. дал	1,270
Число рабочих дней в году	262
Потери сырья (безвозвратные), %	
экстракта в варочном цехе	2,2
объемные потери (нормативные)	13,36
Стоимость, руб.	
1 кВт·ч электроэнергии	0,02
1 т условного топлива	30,0
1 м ³ газа	0,016
оптовая 1 т солода	270

Удельный расход условного топлива на 1 дал пива, кг	1,07
Расход по охране труда на 1 рабочего, руб./год	70,0
Среднесписочная численность промышленно-производственного персонала	422
Себестоимость 1 тыс. дал пива, руб.	334,08
Оптовая цена 1 тыс. дал пива, руб.	1030,8
Дополнительные капиталовложения тыс. руб.	26,1

Расчет условно-годовой экономии

Выпуск пива после внедрения системы автоматизации составит 4047,1 тыс. дал согласно следующему расчету:

$$\frac{3960 \times 102,2}{100} = 4047,1 \text{ тыс. дал.}$$

Увеличение выпуска пива на 87,1 тыс. дал даст дополнительную прибыль в сумме

$$1030,8 \cdot 87,1 - 334,08 = 17,1 \text{ тыс. руб.}$$

Определим экономию за счет сокращения потерь экстракта на 0,314%.

При снижении потерь экстракта в варочном цехе на 0,314% потери будут равны

$$2,20 - 0,314 = 1,886\%.$$

Удельный расход солода также уменьшится и составит

$$\frac{1,27(72 - 2,20)}{72,0 - 1,886} = 1,2643 \text{ т на 1 тыс. дал пива.}$$

Годовая экономия солода за счет снижения потерь экстракта в варочном цехе будет равна

$$(1,2700 - 1,2643) \cdot 4047,1 = 23,1 \text{ т.}$$

Экономия солода в денежном выражении определяется исходя из сокращений размера закупок солода на объем производства и выражается суммой

$$270 \cdot 23,1 = 6,2 \text{ тыс. руб.}$$

При снижении потерь на 0,16% объемные потери после автоматизации будут

$$\frac{1,27(100 - 13,36)}{100 - (13,36 - 0,16)} = 1,2676 \text{ т на 1 тыс. дал пива.}$$

Годовая экономия солода за счет снижения объемных потерь составит

$$(1,2700 - 1,2676) \cdot 4047,1 = 9,7 \text{ т/год.}$$

В денежном выражении эта дополнительная экономия составит $270 \times 9,7 = 2,6$ тыс. руб.

Таким образом, общая экономия по статье «Затраты на сырье» составит

$$6,2 + 2,6 = 8,8 \text{ тыс. руб.}$$

Экономия топлива за счет снижения расхода пара составит

$$\mathcal{E}_\pi = 1,07 \cdot 4047,1 \cdot 6,7 \cdot 0,01 \cdot 30 = 8,7 \text{ тыс. руб.}$$

Увеличение производительности завода на 2,2% даст экономию по накладным расходам.

Экономия по цеховым расходам определяется по формуле $\mathcal{E}_\pi = 0,7ЦП \cdot 0,01$,

где 0,7 — коэффициент, выражающий постоянную часть цеховых расходов;

Ц — сумма цеховых расходов, руб./год;

П — повышение производительности завода.

$$\mathcal{E}_\pi = 0,7 \cdot 203,0 \cdot 2,2 \cdot 0,01 = 3,1 \text{ тыс. руб.}$$

Экономия по общезаводским расходам определяется по формуле

$$\mathcal{E}_o = 0,01 O П,$$

где O — общезаводские расходы, руб./год

$$\mathcal{E}_o = 0,01 \cdot 125 \cdot 2,2 = 2,8 \text{ тыс. руб.}$$

Сокращение численности варщиков даст экономии фонда заработной платы

$$\mathcal{E}_s = \frac{66,5 \cdot 4 \cdot 12 \cdot 136,2}{100} = 4,3 \text{ тыс. руб.,}$$

где 66,5 — среднемесячная заработная плата варщика по тарифной ставке, руб.;
36,2 — доплата к основной заработной плате, %.

Отчисления в соцстрах сократятся на

$$\mathcal{E}_c = 4,3 \cdot 6,8 \cdot 0,01 = 0,3 \text{ тыс. руб.}$$

Расходы по охране труда на 1 рабочего составляют 70 руб.

При сокращении четырех варщиков расходы по охране труда сократятся на 280 руб. в год (70×4).

Дополнительные амортизационные отчисления определяются по формуле

$$A_M = \frac{K_{\text{доп}} П_1}{100},$$

где $П_1$ — доля амортизационных отчислений на полное восстановление и капитальный ремонт, % ($П_1 = 12\%$):

$$A_M = \frac{26,1 \cdot 12}{100} = 3,1 \text{ тыс. руб.}$$

Дополнительные затраты на текущий ремонт составят

$$P = \frac{A_M П_2}{100},$$

где $П_2$ — затраты на текущий ремонт, % к амортизационным отчислениям ($П_2 = 25\%$).

$$P = \frac{3,1 \cdot 25}{100} = 0,8 \text{ тыс. руб.}$$

Условно-годовая экономия составит

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 17,1 + 8,8 + 8,7 + 3,1 + 2,8 + 4,3 + 0,3 + 0,28 - (3,1 + 0,8) = 41,48 \text{ тыс. руб.}$$

Экономический эффект от внедрения автоматизированного варочного агрегата составит

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - 0,15 K_{\text{доп}} = 41,48 - 0,15 \times 21,6 = 38,24 \text{ тыс. руб.}$$

Варочный агрегат РЗ-ВВЦ-10 на 10 т единовременной засыпи зернопродуктов. Конструкторское бюро НПО ПБП разработало конструкцию нового автоматизированного варочного агрегата РЗ-ВВЦ-10 производительностью 10 т единовременной засыпи зернопродуктов. Агрегат состоит из трех установок Б6-ВДА для дробления увлажненного солода и несоложенного сырья, двух заторных аппаратов, фильтрационного аппарата, двух суловарочных аппаратов, двух установок РЗ-ВХМ для дробления увлажненного суслом хмеля, сборника промывных вод, гидроциклонного аппарата и снабжен пультом автоматизированного управления работой агрегата.

Заторно-отварочный аппарат РЗ-ВВЦЗ-10 (рис. 35) цилиндрической формы с плоским наклонным днищем 7 и конической крышкой 2. Аппарат оснащен лопастной мешалкой 5 с приводом 8, размещенным в нижней части. На корпусе аппарата 1 расположено смотровое окно 3. Поверхность нагрева выполнена в виде паровой рубашки 4, приваренной к нижней цилиндрической части и днищу аппарата. Аппарат снабжен арматурой для подачи дробленого сырья, затора, подвода воды и пара, вывода затора и отвода конденсата.

Техническая характеристика заторно-отварочного аппарата РЗ-ВВЦЗ-10

Объем, м ³	
номинальный	63
рабочий	50
Площадь поверхности нагрева, м ²	41,5
Давление пара, МПа	0,4
Частота вращения мешалок, об/мин	30
Мощность электродвигателя мешалки, кВт	13
Габаритные размеры, мм	4860×4310×7340
Масса, кг	
номинальная	9400
в рабочем состоянии	60000

Фильтрационный аппарат РЗ-ВВЦФ-10 (рис. 36) представляет собой сварной сосуд цилиндрической формы с плоской крышкой 2 и коническим днищем 6. В днище имеются два штуцера для вывода сусла и дробины. Под штуцерами для вывода дробины установлены задвижка и шнек для подачи дробины к пневматическому транспортному устройству.

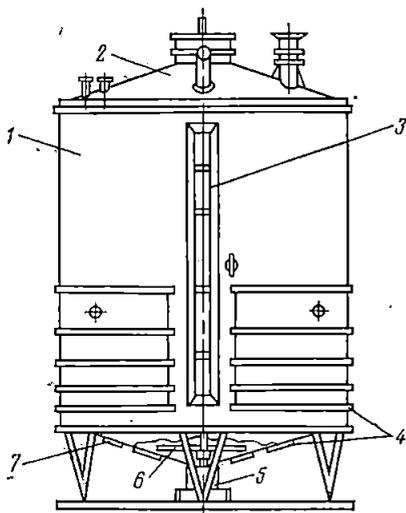


Рис. 35. Заторно-отварочный аппарат РЗ-ВВЦЗ-10

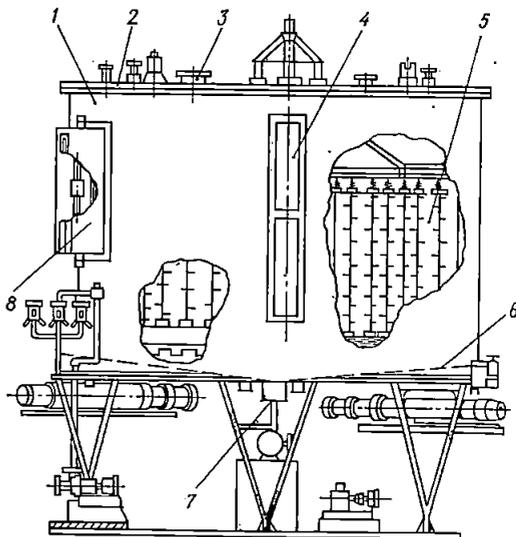


Рис. 36. Фильтрационный аппарат РЗ-ВВЦФ-10

Над коническим днищем внутри аппарата расположено ситчатое горизонтальное днище для фильтрации сула, а ниже под ним крепится ряд форсунок, предназначенных для промывки подситового пространства и самих сит. Для разрыхления дробины аппарат снабжен разрыхлительным механизмом 5, представляющим собой траверсу с вертикальными ножами и плужком. Привод 7 установлен под аппаратом. На корпусе 1 аппарата имеются смотровое окно 4 и люк для осмотра и ремонта. На крышке аппарата расположена паропроводящая труба 3. Внутри аппарата установлен декантатор, представляющий собой вертикальный сосуд с поршнем. Для регулирования скорости фильтрации на уровне сит с наружной стороны установлен промывочный сосуд 8 с регулятором скорости фильтрации. Для промывки дробины внутри аппарата под крышкой имеется приспособление, состоящее из форсунок и кольцевого коллектора для промывки дробины и мойки аппарата.

Техническая характеристика фильтрационного аппарата РЗ-ВВЦФ-10

Объем, м ³	
номинальный	67,6
рабочий	50
Частота вращения разрыхлительного механизма, об/мин	0,4—6
Мощность электродвигателя разрыхлительного механизма, кВт	27,5
Габаритные размеры, мм	7660×6300×5700
Масса, кг	
номинальная	19000
в рабочем состоянии	63000

Сусловарочный аппарат РЗ-ВВЦС-10 (рис. 37) представляет собой сварной цилиндрический сосуд 1 с коническим днищем 2 и крышкой 6. Он также оснащен мешалкой 5, устройством для мойки внутренней поверхности, обогревательными элементами 4, паропроводящей трубой, смотровым окном 7, арматурой и штуцерами для ввода и вывода продукта, пара и конденсата 3.

Техническая характеристика суловарочного аппарата РЗ-ВВЦС-10

Объем, м ³	
номинальный	87,5
рабочий	70
Площадь поверхности нагрева, м ²	88,5
Давление пара, МПа	0,4
Частота вращения мешалки, об/мин	30
Мощность электродвигателя разрыхлителя, кВт	7
Габаритные размеры, мм	5700×5200×7125
Масса, кг	
номинальная	12750
в рабочем состоянии	83000

Гидроциклонный аппарат РЗ-ВВЦГ-10 (рис. 38) представляет собой цилиндрический сварной сосуд 1 с плоской крышкой 2, на которой расположены паропроводящая труба 3, смотровой фонарь

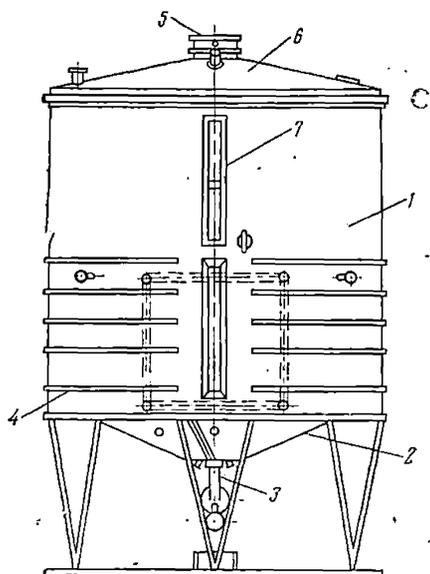


Рис. 37. Суловарочный аппарат РЗ-ВВЦС-10.

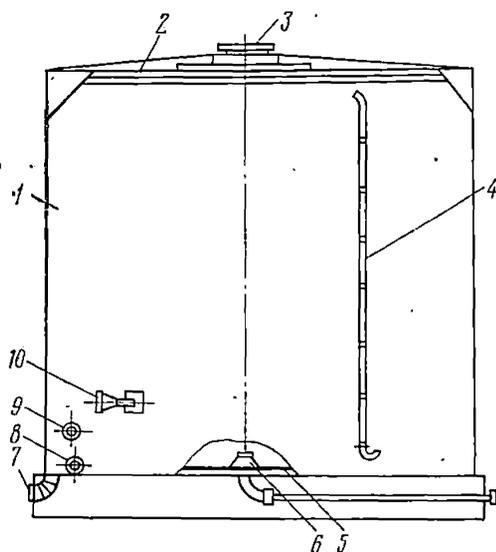


Рис. 38. Гидроциклонный аппарат РЗ-ВВЦГ-10.

и люк для осмотра и ремонта. В верхней части аппарата смонтированы форсунки и коллектор для мойки аппарата. На корпусе аппарата установлено стекло 4 для контроля за уровнем сусла в аппарате, сопло 10 для ввода сусла, штуцеры 9 и 8 для вывода осветленного сусла. Днище 5 аппарата имеет небольшой уклон к периферийной части обечайки. В центре днища размещено устройство 6 для размыва отстоя, а на периферийной части — патрубком 7 для вывода воды и размытого осадка.

Промывное устройство представляет собой подвижный цилиндр, состоящий из двух втулок, свободно насаженных на штуцер, внутрь которого подается вода. На корпусе промывного устройства под углом 90° расположены тангенциально четыре сопла. Вода, вытекающая из сопел под давлением, развивает центробежные силы и сообщает корпусу вращательное движение, что способствует быстрому размыву осадка.

Техническая характеристика гидроциклонного аппарата типа РЗ-ВВЦГ-10

Объем, м ³	
номинальный	80
рабочий	70
Диаметр, мм	5000
Высота, мм	5200
Масса номинальная, кг	4600

Принцип работы гидроциклонного аппарата РЗ-ВВЦГ-10 аналогичен принципу работы гидроциклонного аппарата РЗ-ВГЧ-3.

Процесс варки пивного сусла в автоматизированном варочном агрегате РЗ-ВВЦ-10 протекает в той же последовательности, что и в обычном варочном агрегате, за исключением операций, связанных с дроблением сырья (солода и несоложенных материалов) и осветлением сусла.

Процесс дробления увлажненного солода описан выше. Затираание дробленого солода и несоложенного сырья проводится водой температурой 40—53°C декокционным методом, с двумя отварками.

Готовый осахаренный затор перекачивают из заторного аппарата в фильтрационный. После непродолжительного отстаивания образовавшийся над дробиной слой осветленного сусла декантируют через промывочный сосуд и подают в сусловарочный аппарат. Через промывочный сосуд поступает также сусло и из подситового пространства. Скорость фильтрования сусла регулируется специальным устройством, соединенным с промывочным сосудом и шибером, установленным на нагнетательной линии насоса.

После отделения сусла от дробины при медленном вращении разрыхлителя (0,35 об/мин) дробину промывают горячей водой температурой 75—80°C, вымывая в сусловарочный аппарат остатки сусла с содержанием экстракта до 0,5% мас. Остальную промывную воду направляют в сборник и используют для приготовления очередного затора.

Промытую дробину при быстром вращении разрыхлителя (6 об/мин) выгружают шнеком через приемник.

В сусло, находящееся в сусловарочном аппарате, вводят суспензию дробленого хмеля. Сусло кипятят и после охмеления направляют его на гидроциклонный аппарат для осветления, затем охлаждают и передают на брожение.

Для повышения оборачиваемости агрегата в тех случаях, когда сусловарочный аппарат к началу фильтрования очередного затора еще не освободился, фильтрованное сусло собирают в отдельном сборнике и выдерживают при температуре 75°C, а затем перекачивают для кипячения и охмеления в сусловарочный аппарат после его опорожнения.

Пример расчета экономического эффекта от внедрения варочного автоматизированного агрегата РЗ-ВВЦ-10 на 10 т единовременной засыпи зернопродуктов

Расчет экономического эффекта от внедрения варочного агрегата РЗ-ВВЦ-10 проводится путем сопоставления показателей его работы с двумя варочными агрегатами на 5,5 т засыпи.

Исходные данные

Число циклов агрегата в сутки	5
Годовая производительность по готовому суслу, дал	8917564
Мощность электродвигателей агрегата, кВт	344
Оборачиваемость 5,5-тонных варочных агрегатов в сутки	4
Годовая производительность двух 5,5-тонных варочных агрегатов при работе 11,33 мес в году, дал	7785520

Увеличение объема производства составляет
 $8917564 - 7785520 = 1132044$ дал/год

Автоматизация управления позволяет снизить потери экстракта на 0,18%, объемные потери при брожении на 0,16%.

В результате этого расход зерноприпасов на 1 дал пива сокращается в среднем на 0,008 кг. При цене 1 кг солода 0,27 руб. экономия затрат на сырье составит

$$0,27 \cdot 0,008 \cdot 8917564 = 19260 \text{ руб.}$$

Автоматическое регулирование температуры обеспечивает снижение расхода условного топлива на 22%.

При норме расхода условного топлива 645 кг/1000 дал и цене 1 т условного топлива 30 руб. экономия затрат составит $0,030 \cdot 0,645 \cdot 0,22 \cdot 8917564 = 37962$ руб.

Численность обслуживающего персонала сокращается в сравнении с двумя 5,5-тонными варочными агрегатами на 6 человек.

При III тарифном разряде и часовой ставке 49,5 коп., годовом фонде времени 1850 ч, 30%-ной дополнительной заработной плате и 6,8% отчислений в соцстрах экономия затрат составит

$$6 \cdot 0,495 \cdot 1850 \cdot 1,368 = 7,5 \text{ тыс. руб.}$$

В связи с необходимостью обслуживания системы автоматики персонал КИП увеличивается на одного работника.

При среднемесячном окладе работника КИП 120 руб. и с учетом затрат 70 руб. на охрану труда дополнительные затраты по заработной плате составят

$$120 \cdot 12 \cdot 1,434 + 70 = 2135 \text{ руб.}$$

Экономия затрат по заработной плате всего $7500 - 2135 = 5365$ руб.

Внедрение установки обеспечивает увеличение объемов производства, в связи с чем изменятся условно-постоянные расходы в себестоимости продукции.

Сумма условно-постоянных расходов по базовому варианту составляет 1012117 руб., с учетом дополнительных капиталовложений в размере 600 тыс. руб. (в том числе на развитие других участков производства для обеспечения выпуска нового объема продукции) и нормы амортизационных отчислений 14,6% сумма условно-постоянных расходов возрастет на $0,146 \times 600000 = 87600$ руб. и составит

$$1012117 + 87600 = 1099717,6 \text{ руб.}$$

В расчете на 1 дал пива сумма затрат составит:
по базовому варианту

$$1012117 : 7785520 = 0,13 \text{ руб.};$$

по расчетному варианту

$$1099717,6 : 8917564 = 0,123 \text{ руб.}$$

Экономия затрат составит:
на 1 дал пива

$$0,13 - 0,123 = 0,007 \text{ руб.};$$

на один варочный агрегат

$$0,007 \cdot 8917564 = 62423 \text{ руб.}$$

Всего экономия затрат на один варочный агрегат составит

$$19260 + 37962 + 5365 + 62423 = 125 \text{ тыс. руб.}$$

С учетом стоимости оборудования (132 тыс. руб.) годовой экономический эффект от внедрения одного варочного агрегата РЗ-ВВЦ-10 при коэффициенте 0,15 составит

$$125 - 0,15 \cdot 132 = 105,2 \text{ тыс. руб.}$$

МОДЕРНИЗАЦИЯ ВАРОЧНЫХ АГРЕГАТОВ НА ДЕЙСТВУЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Увеличение оборачиваемости эксплуатируемых на пивоваренных предприятиях четырехаппаратных 1,5-тонных варочных агрегатов классического типа может быть достигнуто путем дооборудования их заторно-отварочными аппаратами типа РЗ-ВОК-1,5 П и ВОК-2, выпускаемыми Рижским заводом «Латпищемаш», и сборниками сусла, изготовляемыми на месте.

Аппарат типа ВОК (рис. 39) имеет прямоугольную форму. К корпусу 3 привариваются наклонное днище 4 и выпуклая крышка 2, на которой смонтирована пароотводящая труба 1. Крышка снабжена люком для осмотра и ремонта аппарата. Аппарат оснащен мешалкой шнекового типа с боковым приводом 5, обогревательной рубашкой, выполненной из уголков, приваренных к днищу, загрузочным и разгрузочным устройствами, арматурой для подвода воды, пара и т. д.

Техническая характеристика заторно-отварочных аппаратов

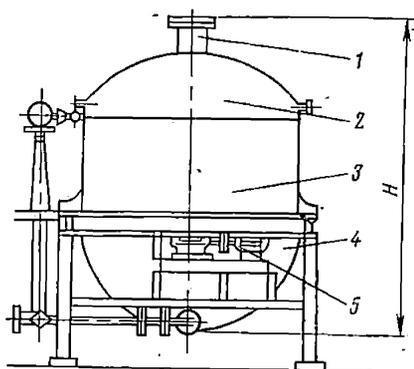
	ВОК-1,5П	ВОК-2
Объем геометрический, м ³	9,3	13
Площадь поверхности нагрева, м ²	7,2	9,6
Давление пара в паровой рубашке, МПа	0,2	0,2
Частота вращения мешалки, об/мин	40	40
Мощность электродвигателя мешалки, кВт	2,8	4,5
Габаритные размеры, мм		
L	2600	3550
B	2000	2012
H	3075	3290
Масса, кг		
номинальная	2885	
в рабочем состоянии	10400	

Прямоугольная форма и малые габариты аппаратов и сборников позволяют устанавливать их в машинном отделении варочного цеха, где, как правило, имеются свободные площади.

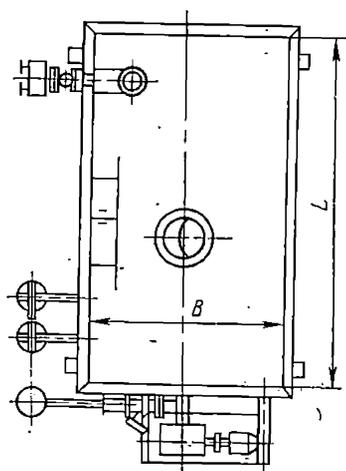
Переоборудование осуществляется путем установки на освободившейся площади после демонтажирования заторного аппарата классического типа второго фильтрационного аппарата, а в машинном отделении — заторно-отварочного аппарата прямоугольной формы с боковым приводом. Этот аппарат устанавливается взамен снятого заторного.

Последовательность работ по переоборудованию должна быть следующей. Вначале устанавливают и включают в работу заторно-отварочный аппарат РЗ-ВОК-1,5 П в машинном отделении, затем демонтируют заторный аппарат классического типа и на его место устанавливают фильтрационный аппарат. Кроме того, агрегат дооборудуют сборником сусла. В составе переоборудованного 1,5-тонного четырехаппаратного агрегата должны быть: два фильтрационных аппарата, два заторных аппарата (один из них — новой конструкции), один сусловарочный аппарат и один сборник сусла.

Оборачиваемость переоборудованного варочного агрегата может быть доведена таким образом до 6 оборотов вместо 3,6, как это имеет место в настоящее время.



Для переоборудования четырех-аппаратных 3- и 5,5-тонного варочных агрегатов в шестиаппаратные рекомендуется вместо заторного аппарата классического типа установить фильтрационный аппарат типа Е-2318 с верхним приводом, а в машинном отделении под вновь установленным аппаратом разместить отварочный аппарат прямоугольной формы марки ВОК-1,5П на 1—3 затора. Кроме того, в машинном отделении следует устанавливать сборник сусла вместимостью на один затор.



Оборачиваемость переоборудованного таким образом 3-тонного или 5,5-тонного агрегатов может быть увеличена до 5,4 вместо 3,6 оборота в сутки.

Аналогично может быть увеличена на 30% оборачиваемость шестиаппаратного варочного агрегата классического типа за счет дооборудования его двумя заторно-отварочными аппаратами на 1/3 затора и сборником для сусла.

Рис. 39. Заторно-отварочный аппарат РЗ-ВОК.

НОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗАРУБЕЖНЫХ ФИРМ

На пивоваренных заводах зарубежных стран в последнее время получили распространение варочные агрегаты новой конструкции, в том числе: автоматизированный варочный агрегат фирмы «Steinecker» (ФРГ); фильтрационный аппарат «Steinmaster» фирмы «Anheuser Busch» (США), заторный фильтр-пресс фирмы «Meura» (Бельгия), блочные варочные агрегаты фирмы «Сhepos» SBJ Grader Kralove (ЧССР), фирмы «Ziemann» (ФРГ) и др.

Варочный агрегат фирмы «Steinecker» состоит из установки для дробления увлажненного солода, двух заторных и одного сусловарочного аппаратов, фильтрационного аппарата и пульта управления. Все аппараты монтируются на одной отметке, что значительно упрощает управление работой агрегата.

Заторные аппараты и сусловарочный аппарат — прямоугольной формы, с плоскими крышками, лазами для чистки и ремонта, смотровыми окнами, пароводящими трубами и пропеллерными мешалками с верхним приводом. Днище заторного аппарата симметричной, а сусловарочного — асимметричной формы, с уклоном к выходным штуцерам для слива затора и сусла. К днищу с

наружной стороны приварены полутрубы, играющие роль обогревательных элементов для нагрева затора или кипячения суслу острым паром или перегретой водой. Для механической очистки и мойки аппараты снабжены специальным устройством.

Фильтрационный аппарат цилиндрической формы с коническим дном, в центре которого установлен штуцер для слива осветленного суслу. Несколько выше дна расположено ситчатое ложное дно, состоящее из отдельных откидных секторов. Аппарат снабжен разрыхлительным механизмом с верхним приводом. Разрыхлитель представляет собой траверсу с вертикальными ножами и планкой для выгрузки дробины на одной половине и с подпружиненным скребком — на другой. Разрыхлитель имеет две частоты вращения от привода с механизмом подъема. Благодаря такой конструкции разрыхлителя высоту фильтрующего слоя дробины в аппарате можно поддерживать в пределах 0,7—0,8 м, что в два раза превышает высоту слоя дробины в аппаратах старой конструкции.

Для интенсификации процесса декантации суслу на корпусе аппарата по его высоте установлен ряд сливных трубок. Суслу из подситового пространства через сливной штуцер и промывочный сосуд, соединенный с регулятором скорости фильтрования, поступает к насосу, которым через распределительное устройство перекачивается в суслварочный аппарат. Скорость фильтрования регулируется поворотом специального шибера, установленного перед регулятором. Мутное суслу из распределительного устройства возвращается обратно в фильтрационный аппарат.

Промытая дробина выгружается через штуцер, смонтированный в непосредственной близости к периферийной части аппарата. Дробина при помощи шнек-пресса освобождается от воды и подается к транспортному устройству.

Управление работой аппарата полностью автоматизировано. Средняя продолжительность фильтрования в аппарате составляет около 4 ч. Варочный агрегат имеет аппарат для отбора хмеля.

Фирма «Anheuser Busch» (США) разработала конструкцию и выпускает фильтрационные аппараты типа «Streinmaster» для варочных агрегатов на 3; 5 и 10 т единовременной засыпи зернопродуктов.

Заторные фильтр-прессы фирмы «Meiga» рассчитаны для варочных агрегатов на 3—10 т единовременной засыпи. Заторный фильтр-пресс этой фирмы отличается от обычного фильтр-пресса объемом межрамной камеры, устройством продуктовых и промывных каналов, автоматизацией операций сборки и разборки фильтр-пресса. В качестве фильтрующего материала используются салфетки из синтетических водоотталкивающих тканей. Фильтр работает под давлением 0,05—0,06 МПа и делает до шести оборотов в сутки. После выгрузки дробины из пресса салфетки промывают обратным током фильтруемого суслу.

Некоторые зарубежные фирмы выпускают варочные агрегаты с размещением аппаратов в блоке по вертикали. Преимущество таких агрегатов — экономия производственных площадей.

Блочный варочный аппарат фирмы «Сhepos» (ЧССР) на 4,5 т единовременной засыпи (рис. 40) состоит из двух секций, в каждую из которых входит по одному заторно-отварочному 6, суслварочному 8 и фильтрационному 4 аппаратам. Все аппараты смонтированы на общем каркасе таким образом, что

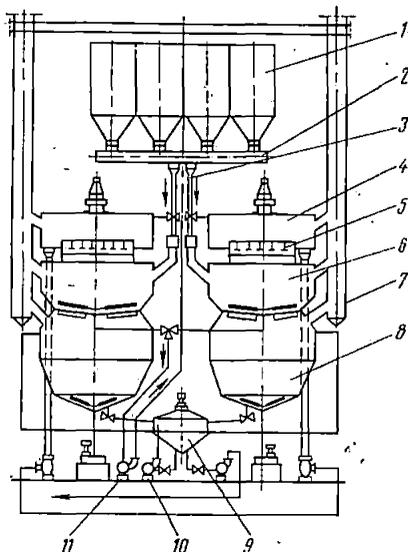


Рис. 40. Блочный варочный аппарат фирмы «Сhepos» (ЧССР).

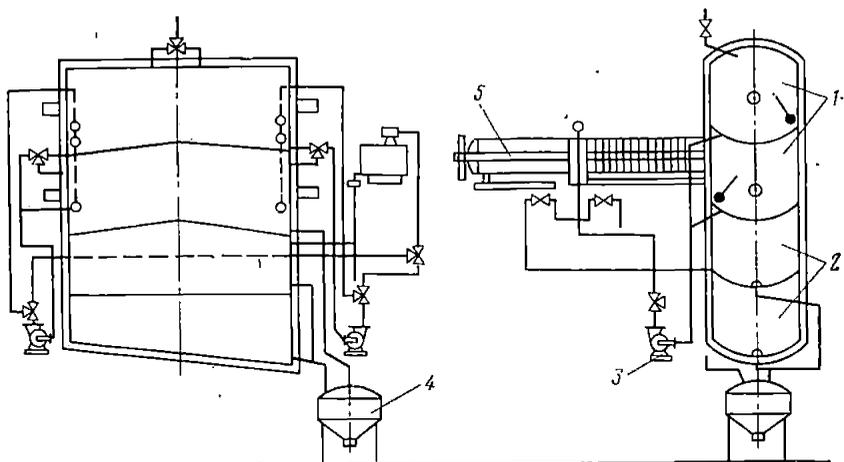


Рис. 41. Блочный варочный агрегат фирмы «Ziemapp» (ФРГ).

дно верхнего аппарата служит крышкой нижней. Такая система обеспечивает гравитационное перемещение продукта, дает экономию металла при изготовлении и позволяет снизить протяженность производственных коммуникаций. Аппараты оборудованы лопастными мешалками, а фильтрационный аппарат — разрыхляющим механизмом.

Все аппараты снабжены пароводящей трубой 7. Дробленый солод из бункеров 1 подается шнеком 2 к загрузочным трубам 3 и поступает в заторно-отварочный аппарат 6. Затор насосом 11 перекачивается в фильтрационный аппарат 4, снабженный батареей кранов 5, а хмелевая суспензия насосом 10 из хмелеотделителя 9 — в суслотварочный аппарат.

Управление работой аппаратов агрегата автоматизировано и ведется с пульта.

Блочный агрегат фирмы «Ziemapp» на 3,5 т одновременной засыпи зернопродуктов (рис. 41) состоит из двух заторно-отварочных 1, двух суслотварочных аппаратов 2 и одного фильтр-пресса 5, хмелеотборного аппарата 4 и насосов 3 для перекачки затора и суслы. Заторно-отварочные, суслотварочные аппараты и хмелеотборник установлены один над другим по вертикали, в связи с

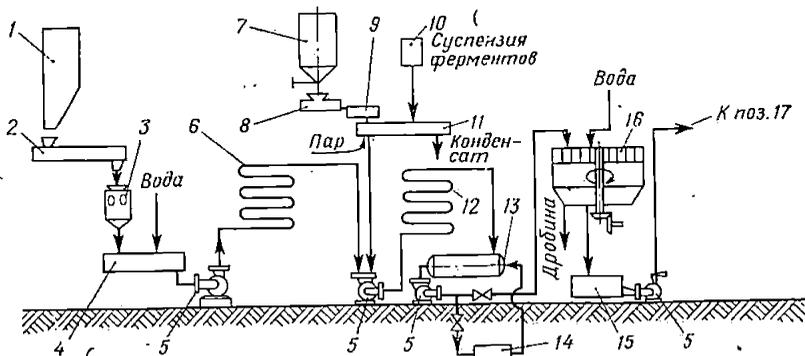


Рис. 42. Технологическая схема установки для непрерывного

чем высота агрегата достигает 12 м. Аппараты оборудованы пропеллерными мешалками, устройством для механической мойки и укомплектованы пультом управления.

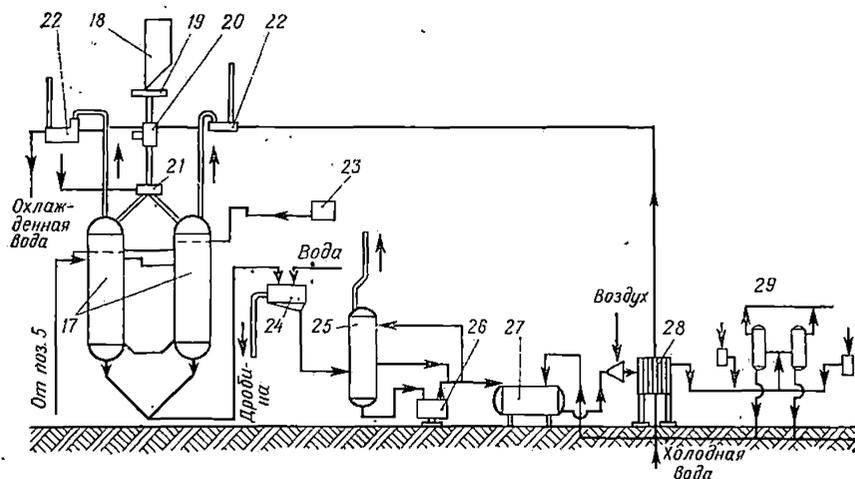
УСТАНОВКИ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОИЗВОДСТВА СУСЛА

За последние годы в ряде стран созданы и эксплуатируются установки для непрерывного производства пивного сусла. В числе последних — установки фирмы APV Co Ltd (Англия), установка Zentrifrei фирмы «Alfa-Laval» (Швеция) и др.

Технологическая схема установки фирмы APV Co Ltd представлена на рис. 42.

Установка работает следующим образом. Солод из бункера 1 дозатором 2 передается на шестивальцовую дробилку 3, откуда он поступает в предзаторник 4 непрерывного действия, где смешивается с водой, имеющей температуру 47°C, в соотношении 1:3, а затем, пройдя трубчатый осахариватель первой ступени 6, где происходит расщепление белков, насосом 5 передается во второй осахариватель 12, куда одновременно поступает затор из несоложенных материалов. Для приготовления последнего несоложенные материалы из бункера 7 дозатором 8 направляются на мельничный стан 9, а из него поступают в развариватель 11, в который из бака 10 вводится суспензия ферментов для клейстеризации крахмала. Здесь помол несоложенных материалов смешивается с водой и кипятится. Смесь двух заторов в осахаривателе второй ступени доводится до температуры 62°C. Из этого осахаривателя затор передается в барабанный осахариватель 13, где температура смеси доводится до 75°C. Затем часть затора насосом подается в непрерывно действующий варочный аппарат 14, где затор кипятится, а затем вновь смешивается с основным затором во вращающемся осахаривателе 13. Осахаренный затор насосом перекачивается в ротационный фильтрационный аппарат 16, представляющий собой вращающийся барабан с отдельными сегментами. По мере передвижения ситчатых сегментов вокруг центральной оси за 3,5 ч затор в них отстаивается, сусло стекает, дробина промывается и выбрасывается через откидное днище. В фильтре воспроизводится процесс фильтрации аналогично работе обычного фильтрационного аппарата.

Готовое сусло стекает в сборник 15, из которого насосом 5 передается в один из сушеварочных котлов 17. Здесь в сусло добавляется дробленый хмель,



приготовления пивного сусла фирмы APV Co Ltd.

который из бункера 18 дозатором 19 подается на весы 20, а потом на измельчитель 21, или хмелевой экстракт из бункера 23. Сусло кипятится в течение 1,5 ч. Пары отводятся из аппаратов через конденсаторы 22. Сваренное сусло через хмелеотделитель 24 сливается в промежуточный суслосборник 25, затем осветляется на центрифуге 26 для отделения горячей мути и направляется через промежуточный сборник 27 на пластинчатый холодильник 28, насыщается кислородом и вторично фильтруется на диатомитовом фильтре 29, пастеризуется и передается в броидильное отделение.

Шведская фирма «Alfa Laval» разработала конструкцию и смонтировала на Гданьском пивоваренном заводе в ПНР установку «Zentribrei» для непрерывного производства сусла, обеспечивающую выработку 5—10 млн. дал пива в год.

Установка (рис. 43) включает оборудование для приготовления затора, извлечения экстрактивных веществ и тепловой обработки сусла.

Для приготовления сусла солод подвергают подработке, взвешиванию и измельчению на молотковой дробилке. Измельченный солод непрерывно подается в заторный аппарат, где смешивается с водой при температуре 35°C. Полученный затор нагревают до 50°C в непрерывно действующем теплообменнике, а затем направляют во второй теплообменник — осахариватель, где выдерживают при температуре 50°C заданное время. После этого температуру затора доводят до 70°C, выдерживают затор при этой температуре и передают в третий спиральный теплообменник, где он нагревается до 73°C. На этом процесс осахаривания заканчивается, и затор поступает в аппарат с мешалкой, где происходит полное осахаривание. Из этого аппарата затор непрерывно определенными дозами передается в аппарат для отделения сусла и промывания дробины. После отделения сусла дробину промывают горячей водой, после чего содержание экстракта в ней не превышает 0,5%. Затем дробину направляют на сушку, а промывную воду из третьего аппарата направляют во второй, а из второго — в первый. Такой способ промывки позволяет на выходе из первого аппарата получить промывные воды с высоким содержанием экстракта.

Сусло соединяют с промывными водами и направляют на сепаратор, где оно освобождается от белковых веществ и взвесей, после чего передается в

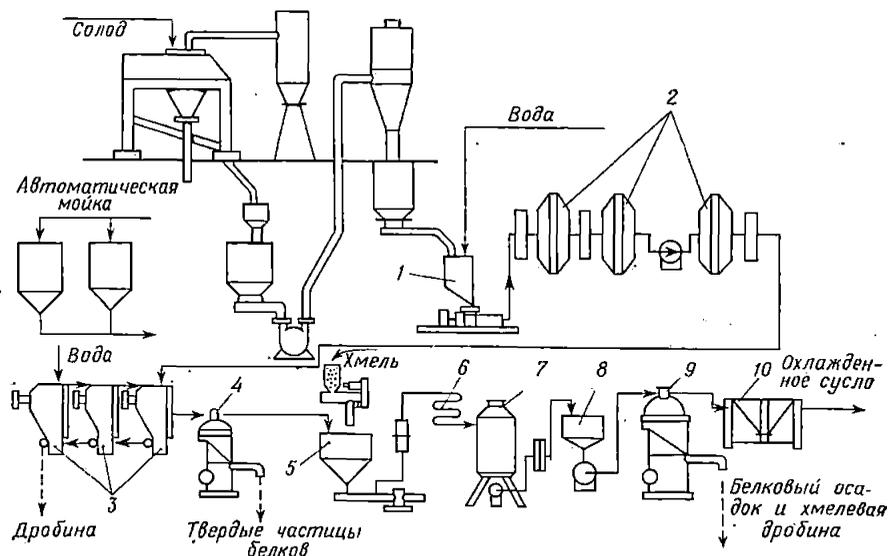


Рис. 43. Установка для непрерывного производства сусла системы «Zentribrei»: 1—заторный аппарат; 2—специальные теплообменники; 3—промыватель дробины; 4, 9—сепараторы; 5—смеситель; 6—теплообменник; 7—вакуум-аппарат; 8—сборник сусла; 10—холодильник.

аппарат с мешалкой, где смешивается с экстрактом хмеля, и направляется на тепловую обработку. Белковый осадок, извлеченный из сусла, поступает на сепаратор, высушивается и реализуется на корм скоту. При тепловой обработке сусла нагревается до 150°C, при этом происходит интенсивное выпадение белков. После этого сусло поступает в вакуум-аппарат, где подвергается кипячению и быстрому охлаждению до 80°C.

После тепловой обработки сусло передается в сборник, из которого оно направляется на сепаратор для отделения от хмелевого и белкового осадка. Осветленное сусло охлаждают и передают в бродительный аппарат.

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ХМЕЛЯ

Для охмеления сусла применяют сухой прессованный хмель в виде шишек, дробленый увлажненный хмель, молотый или брикетированный, а также хмелевые экстракты.

Охмеление сусла сухим шишковым прессованным хмелем проводят по общепринятой технологии путем интенсивного кипячения сусла с хмелем, вводимым в два или три приема, в течение 2 ч. Затем сусло перекачивают в гидроциклонный аппарат, отстойные чаны или на тарелки через хмелеотделитель для отделения хмелевой дробины. Хмелевую дробину промывают водой для извлечения оставшегося сусла и промывные воды присоединяют к основной массе сусла.

Охмеление сусла дробленным увлажненным шишковым хмелем I, II и III сортов проводят следующим образом. Сухой шишковый хмель после расщипывания и взвешивания загружают в приемный бункер установки для увлажнения и дробления, выдерживают там с горячей водой (50—60°C) в течение 5 мин, затем набухший хмель вместе с водой собирают в приемный бункер, после чего хмелевую пульпу перекачивают насосом в сусловарочный котел за час до конца кипячения сусла. Экономия хмеля при этом способе охмеления составляет 15% по сравнению с охмелением сухим шишковым хмелем.

ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОТОГО БРИКЕТИРОВАННОГО ХМЕЛЯ

НПО ПБП разработан способ консервирования хмеля путем изготовления из молотого хмеля брикетов с упаковкой их в полимерную пленку под вакуумом. КБ НПО ПБП сконструирована поточная линия производства хмелевых брикетов, которая введена в эксплуатацию на консервном комбинате в г. Ядрине Чувашской АССР и на других предприятиях.

Для производства брикетов из хмеля используют свежееубраный культурный хмель I или II сорта, высушенный до влажности 10—12% и спрессованный в баллоты.

Хмель из баллота берут кусками и расщепляют вручную, отбирая посторонние примеси (почки, камни, палочки и т. д.), а затем направляют на сушку. Высота слоя на ленте сушилки 3,5—4,0 см. Цикл сушки хмеля до влажности 6,0—6,5% длится 28 мин. Средняя температура сушки по зонам сушилки 48°C. Досушенный хмель передают на измельчение в молотковую дробилку типа ДКУ-М-1,0 или КДЧ-2,0 «Украинка». Тонкость измельчения долж-

на соответствовать остатку на сите 0,5 мм (в свету) не более 10%.

Для приготовления брикетов измельченный хмель направляют в приемный бункер-дозатор непрерывно действующего пресса Б-8234. Удельное давление прессования должно быть в пределах 70—80 МПа. Цикл прессования около 10 с. Температура нагрева пресс-форм при прессовании достигает 45—50°C. Брикеты фасуют под вакуумом в полиэтиленовые пакеты размером по сварным швам 200×220 мм. Остаточное давление при вакуумировании не более 0,01 МПа.

Использование хмелевых брикетов при варке жигулевского пива позволяет уменьшить расход хмеля на 20% при сохранении качества пива. Экономический эффект от переработки 1 т брикетированного хмеля составляет 500 руб.

Молотый брикетированный хмель используют при наличии на заводах гидроциклонных аппаратов, обеспечивающих отделение хмелевой дробины. При отсутствии их молотый брикетированный хмель может быть использован как добавка к прессованному хмелю в шишках в количестве 30%.

Расчет вносимого хмеля для данного сорта пива проводится исходя из предполагаемого объема горячего сусла.

При внесении хмеля рН охмеленного сусла должен быть не ниже 5,3. Хмель шишковый и брикетированный вносят в сусло в два приема: через час после начала кипячения — 80% и за 30 мин до окончания кипячения сусла — 20%. Общая продолжительность кипячения сусла с молотым хмелем — 1 ч.

Отделение белково-дубильного комплекса и хмелевой дробины в гидроциклонных аппаратах типа «Whirlpool» проводят следующим образом. При включенной мешалке охмеленное сусло подают насосом в гидроциклонный аппарат, работающий по такому режиму: заполнение суслом со скоростью 10—20 м/с — 15—25 мин; рециркуляция 25 мин, отстаивание 15 мин, перекачивание осветленного сусла на пластинчатые теплообменники 90—120 мин. Температура сусла, поступающего в бродительный чан, должна быть в пределах 5—6°C.

Образовавшийся в центре гидроциклонного чана конусообразный осадок белкового отстоя с хмелевой дробинкой удаляют в канализацию или перекачивают в фильтрационный аппарат на пивную дробину после удаления всего сусла и промывки.

Для уменьшения потерь сусла и получения более плотного осадка белка с хмелевой дробинкой рекомендуется удалять осадок после осветления в гидроциклоне не менее двух-трех последовательных варок.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗОМЕРИЗОВАННОГО ЭКСТРАКТА ХМЕЛЯ

НПО ПБП разработана технология получения экстракта хмеля и его применения для охмеления пивного сусла.

Изомеризованный хмелевой экстракт можно получать в отва-

рочном аппарате четырехаппаратного варочного агрегата или в экстракторе периодического действия с мешалкой и паровой рубашкой. В качестве экстрагента используют воду или этиловый спирт.

Для получения водного изомеризованного экстракта применяют молотый брикетированный хмель I и II сорта или молотый увлажненный шишковый хмель, упакованный под вакуумом в полимерную пленку.

Расчет необходимого количества хмеля для получения экстракта проводится исходя из предполагаемого объема охмеляемого сусла и утвержденных нормативов расхода хмеля на 100 л горячего сусла с учетом экономии хмеля в размере до 30%.

В экстрактор набирают промывную воду с массовой долей сухих веществ 3—6% из расчета 40 объемов на 1 массовую часть хмеля по расчету. Промывную воду доводят до кипения, добавляют 60—80 г питьевой соды на 100 л воды, чтобы получить рН 6,9—7,3, и кипятят раствор в течение 10 мин, после чего в кипящий раствор периодически, с кратковременным включением мешалки, вносят хмелевые брикеты, смесь кипятят 30 мин, проводят экстракцию и изомеризацию.

Для охмеления сусла могут быть использованы различные способы в зависимости от имеющегося на заводе оборудования.

При наличии четырехаппаратного варочного агрегата водный изомеризованный экстракт получают в отварочном аппарате. Затем при включенной мешалке готовый экстракт с хмелевой дробинкой перекачивают в сусловарочный аппарат на охмеление сусла за 30 мин до конца его кипячения.

Охмеленное сусло для отделения белково-дубильного комплекса и хмелевой дробины подают на тарелки, в отстойные чаны или на гидроциклонные аппараты «Whirlpool».

При отсутствии такого варочного агрегата или невозможности использовать отварочный аппарат необходим экстрактор-изомеризатор, в котором проводят получение изомеризованного экстракта, как указано выше, но с той лишь разницей, что после проведения экстракции-изомеризации хмеля в течение 30 мин пар отключают, хмелевой дробине дают осесть в конусе экстрактора, а полученный экстракт декантируют и перекачивают в сусловарочный аппарат на охмеление сусла за 30 мин до конца его кипячения.

Хмелевую дробину с оставшимся в ней экстрактом используют следующим образом:

а) в экстрактор после декантации готового экстракта заливают горячую водопроводную воду, доводят до кипения и при включенной мешалке перекачивают хмелевую дробину на фильтрационный аппарат;

б) при возможности отделения хмелевой дробины на осветляющем оборудовании и наличии нескольких варочных агрегатов в экстрактор после декантации экстракта заливают промывные воды, доводят содержимое до кипения и при включенной мешалке

перекачивают хмелевую дробину в суслотарочный аппарат (в начале кипячения суслу) для лучшей коагуляции белков.

Охмеленное сусло для отделения белкового отстоя и хмелевой дробины подают в отстойные или гидроциклонные аппараты типа «Whirlpool».

После осветления сусло перекачивают через холодильные аппараты. Температура суслу, поступающего в бродильный чан, должна быть в пределах 5—6°C.

При охмелении суслу водным изомеризованным хмелевым экстрактом достигается экономия хмеля 25—30%, значительно сокращается продолжительность кипячения суслу с хмелем и обеспечивается стабильная горечь готового пива.

Экономический эффект от применения водных изомеризованных хмелевых экстрактов составляет около 10,0 тыс. руб. на 1 млн. дал пива.

На Бердичевском экспериментальном пивоваренном заводе внедрен диффузионный способ производства хмелевого экстракта, при котором в качестве экстрагента используется этиловый спирт. Полученный экстракт содержит около 25% горьких веществ.

В зарубежной практике пивоварения сырьевая база хмелеводства осталась той же, что и 100 лет назад, однако нормы закладки хмеля и способы его приготовления изменились.

Расход хмеля на каждый декалитр пива уменьшился, так как лучше используются горькие вещества хмеля, да и вкусы потребителя изменились. К тому же в настоящее время культивируют сорта хмеля с более высоким содержанием горьких веществ.

За рубежом все большее применение на пивоваренных заводах находят полуфабрикаты хмеля в готовом виде: экстракт хмеля, порошок хмель в виде пластин или гранул, соответственно стандартизированный по содержанию α -кислоты.

На многих зарубежных предприятиях в начале охмеления суслу вводят в него экстракты хмеля, а непосредственно перед перекачиванием суслу на охлаждение и брожение вводят более дорогой хмель с высоким содержанием α -кислоты и усиленным ароматом. При таком способе охмеления обычные хмелеотделительные аппараты не способны задерживать на ситах мелкие частицы хмеля, поэтому их заменяют гидроциклонными аппаратами типа «Whirlpool».

Изомеризованный экстракт хмеля применяют главным образом для введения в холодном виде в цехе дображивания. Этим предупреждаются потери суслу при осаждении тарелочного отстоя, а в бродильном цехе — потери горьких веществ.

УСТАНОВКА РЗ-ВХМ-2 ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ УВЛАЖНЕННОГО ХМЕЛЯ

В целях снижения расхода шишкового хмеля КБ НПО ПБП разработана конструкция установки для увлажнения и дробления хмеля.

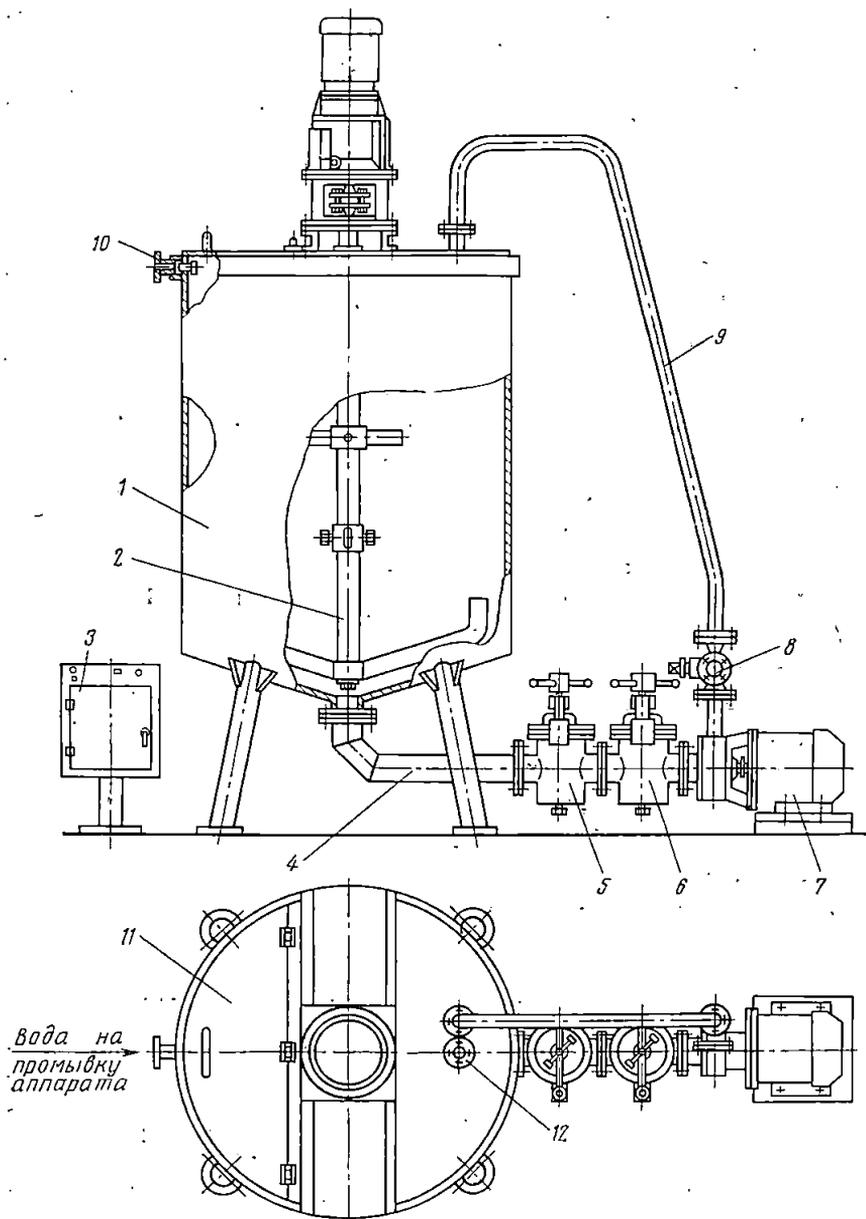


Рис. 44. Установка типа P3-VXM-2 для дробления увлажненного хмеля.

Установка (рис. 44) работает следующим образом. В аппарат для замочки, представляющий собой цилиндрический сосуд 1 с мешалкой 2, через штуцер 12 вводят сусло. Затем включают мешалку 2 и через люк 11 засыпают шишковый хмель. Перед подачей сусла в аппарат на пульте управления 3 трехходовой кран 8 открывается в положение рециркуляции. Замачивание хмеля продолжается в течение 10—15 мин. Оптимальное соотношение хмеля и сусла составляет 1 : 20. По окончании замачивания хмеля включается насос-дробилка 7. При этом хмелевая суспензия по трубе 4 проходит последовательно через ловушку тяжелых примесей 5, магнитную ловушку 6 и поступает на измельчение в насос-дробилку 7. Через рециркуляционную трубу 9 дробленая масса возвращается в аппарат для увлажнения. В режиме «рециркуляция» установка работает 15—20 мин, после чего трехходовой кран переключается в положение, при котором хмелевая суспензия насосом-дробилкой перекачивается в сусловарочный аппарат. Вода для промывки аппарата вводится через штуцер 10.

Техническая характеристика установки для дробления РЗ-ВХМ-22

Производительность по сухому хмелю, кг/ч	150
Рабочий объем аппарата для замочки, м ³	3
Размер частиц хмеля после дробления, не более, мм	1
Мощность электродвигателя, кВт	
мешалки	4
насоса-дробилки	17
Габаритные размеры, мм	
длина	3030
ширина	1600
высота	3380
Масса, кг	
номинальная	800
в рабочем состоянии	3800

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА ОСВЕТЛЕНИЯ ПИВНОГО СУСЛА

Для осветления пивного сусла применяют в основном фильтрационные аппараты с плоскими ситами. Они просты в изготовлении и несложны для обслуживания. Несмотря на ряд достоинств, фильтрационные аппараты с плоскими ситами, как правило, имеют небольшую производительность.

В связи с этим в последние годы созданы различные конструкции высокоэффективных фильтрационных аппаратов и установок, позволяющих значительно интенсифицировать процесс осветления пивного сусла. К числу их относятся фильтрационные аппараты более совершенной конструкции, центрифуги и сепараторы, намывные фильтры и др.

ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ АППАРАТЫ

В фильтрационном аппарате процесс фильтрации суслу осуществляется за счет образования осадка пивной дробины, которая и является фильтрующим слоем. Практикой установлено, что оптимальные скорости фильтрации суслу через слой дробины составляют 4,5—6 л/мин на 1 м² площади сита.

Одним из недостатков фильтрационного аппарата с плоскими ситами является возможность прорыва слоя дробины, что приводит к нарушению процесса.

Для предупреждения этого нежелательного явления применяют приспособление, автоматически регулирующее давление суслу. Приспособление (рис. 45) состоит из насоса 4, коллекторной трубы 3 и батарейного крана 2. Трубки, отводящие сусло из фильтрационного аппарата 1, соединены с коллектором, расположенным в нижней части фильтрационного аппарата, из которого сусло по трубе направляется в сусловарочный котел. Каждая трубка имеет высоту падения гидравлического давления суслу h . Если по трубке a_1 проходит сусло большей плотности, чем по трубке a_2 , это значит, что через слой дробины и по трубке a_1 проходит меньше промывной воды, чем через слой и по трубке a_2 . Трубка a_1 в этом случае создаст на коллекторе большее давление, чем трубка a_2 и задержит протекание менее плотной жидкости по этой трубке. До выравнивания давления во всех трубках протекание промывной воды на этом участке задержится.

В США фирмой «Anheuser Busch» освоено производство фильтрационного аппарата системы «Streinmaster».

Аппарат (рис. 46) представляет собой прямоугольную или цилиндрическую емкость 1 со сферической крышкой 2 и коническим днищем 5. В верхней части крышки проходит труба 3. По всей высоте аппарата на определенном расстоянии от днища расположены рядами в шахматном порядке трубы 4 трапецеидального сечения с продольными прорезями размером 1×12 мм. Концы труб 8 соединены с коллекторами 9, которые в свою очередь сообщаются с насосами 10.

Фильтрационный аппарат работает следующим образом. Аппарат заполняют затором, а затем через фильтровальные трапецеидальные трубы 4 насосами 10 стягивают сусло. Мутное сусло из русельника 11 насосом 12 перекачивают в фильтрационный аппарат. В результате стягивания суслу на поверхности фильтровальных трубок образуется плотный фильтрующий слой дробины, который эффективно осветляет сусло. При достижении высокой степени осветления сусло направляется через русельник в сусловарочный аппарат.

Когда высота слоя суслу над дробинной достигнет 8 см, через оросительную систему горячей водой вымывают из дробины оставшийся экстракт. Фильтрацию прекращают при содержании экстракта в промывных водах 1,5—2,0% мас. Отмытую дробину удаляют из фильтрационного аппарата с помощью шнека 6 через люк 7 в нижней части аппарата.

Аппарат оборудован устройством для мойки внутренней поверхности и фильтровальных труб, устройствами для промывки дробины и разгрузки ее, снабжен люком для осмотра и ремонта аппарата, пароотводящей трубой, арматурой для ввода и вывода затора, сусла и воды.

В начале фильтрования сусло откачивают через фильтровальные трубы насосом и возвращают его обратно в аппарат. При этом на поверхности труб образуется уплотненный слой дробины, через который проходит сусло, осветляясь при этом. Осветленное сусло направляют в сусловарочный аппарат, а дробину промывают горячей водой. Промывную воду используют для приготовления очередного затора.

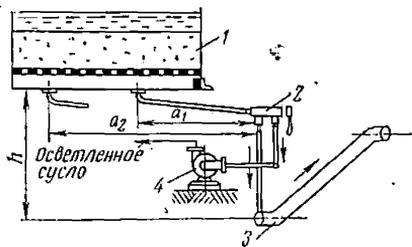


Рис. 45. Регулятор давления сусла в фильтрационном аппарате.

Применение вакуума и фильтрационных труб, значительно увеличивающих поверхность фильтрации, позволяет вдвое повысить оборачиваемость по сравнению с обычными фильтрационными аппаратами.

Фильтрационный аппарат описанной конструкции обеспечивает фильтрование первого сусла не более чем за 15 мин. Теоретически на этом аппарате возможно провести 16 циклов за 24 ч, но практически аппарат делает 12 оборотов.

Большую поверхность фильтрации имеют заторные фильтр-прессы, выпускаемые различными зарубежными фирмами. Так как фильтрование на фильтр-прессе связано с большими затратами труда (сборка, разборка фильтра, мойка и сушка салфеток), в последние годы зарубежные фирмы «Мёига» (Бельгия), «Ziemann» (ФРГ) и др. выпускают заторные фильтр-прессы, сборка и разборка рам которых механизированы, а фильтрующие салфетки изготавливаются из водоотталкивающих материалов, промывка которых проводится без разборки фильтр-пресса, а следовательно, и не требуется сушки.

Применение фильтр-прессов позволяет увеличить оборачиваемость варочных агрегатов до 5—6 оборотов в сутки.

Поскольку при использовании фильтр-прессов дробление солода может быть проведено на обычном мельничном стане, дающем большую степень измельчения, чем солододробилки, выход экстракта повышается на 1%.

От обычных фильтр-прессов, применяемых в пищевой промышленности, заторный фильтр-пресс отличается большей шириной межрамной камеры (40—50 мм) и расположением продуктовых и промывных каналов, которые через щели соединены с внутренней полостью рам или рифленых плит.

Заторную массу подают насосом под избыточным давлением 0,05—0,06 МПа в верхний продуктовый распределительный канал

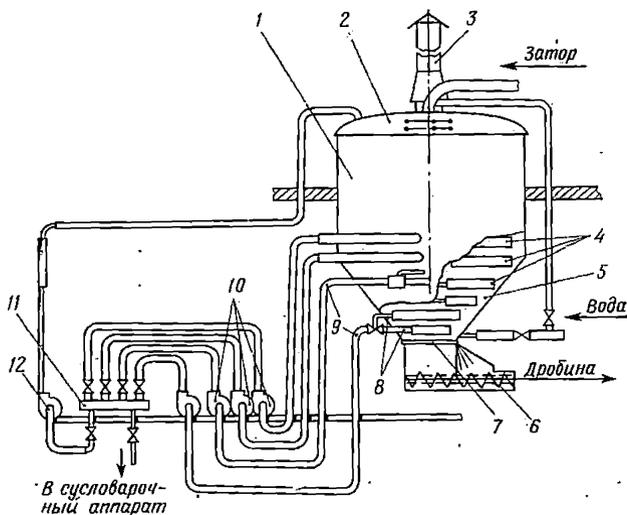


Рис. 46. Фильтрационный аппарат системы «Streinmaster».

и она через щели в приливах протекает внутрь рам, заполняя их полость, а воздух из заполненных рам вытесняется через верхние воздушные краники. Сусло под давлением, создаваемым насосом, проходит через салфетки на рифленую поверхность и стекает через нижние краны в желоб. Дробину промывают горячей водой через боковые каналы под избыточным давлением 0,1—0,15 МПа.

ЦЕНТРИФУГИ И СЕПАРАТОРЫ

Для интенсификации процесса осветления пивного сусла и увеличения оборачиваемости фильтрационных аппаратов пивное сусло осветляют на центрифугах и сепараторах.

Для этого увеличивают скорость фильтрации сусла на обычном фильтрационном аппарате, обеспечивая его грубое осветление, а затем сусло окончательно осветляют на сепараторе, фильтр-прессе или диатомитовом фильтре. Использование такой схемы осветления позволяет в 2 раза увеличить оборачиваемость фильтрационного аппарата.

Сепарирование сусла в производственных условиях целесообразно проводить при температуре 50—60°C, когда начинается выпадение белкового осадка.

Схемы осветления и охлаждения сусла могут быть различными (рис. 47).

Для осветления и охлаждения горячее сусло из отстойного чана 1 (см. рис. 47, а) насосом 2 подают на сепаратор 3 для освобождения от белковых веществ. Пройдя теплообменник 4, где оно охлаждается до 5—6°C, сусло поступает в бродительный аппарат 5.

При сепарировании белкового отстоя (см. рис. 47, б) горячее сусло из отстойного чана 2 декантируется и, минуя сепаратор,

насосом 3 перекачивается через теплообменник 5 в бродильный аппарат 6. Белковый отстой из отстойного чана поступает в сборник 1, откуда насосом 3 передается на сепаратор 4. Отделенное от отстоя сусло, пройдя теплообменник 5, поступает в бродильный аппарат.

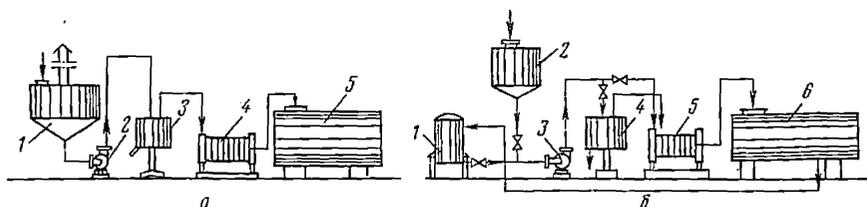


Рис. 47. Схемы осветления пивного сусла:

а—установка для сепарирования и охлаждения сусла; *б*—установка для сепарирования белкового отстоя.

Интенсивность осветления жидкости определяют следующие факторы: частота вращения и диаметр барабана центрифуги или сепаратора; число камер, образуемых барабанами, их высота; длительность пребывания жидкости в центрифуге или сепараторе; содержание взвешенных частиц в жидкости; температура жидкости. Производительность центрифуги и сепаратора определяется по числу барабанов и длительности пребывания в них сусла.

Для осветления пивного сусла применяется выпускаемый отечественной промышленностью саморазгружающийся сепаратор марки ВСС-2. Этот сепаратор относится к аппаратам полузакрытого типа с пульсирующей подачей осветляемого сусла и периодической выгрузкой осадка без остановки аппарата.

Для наблюдения за работой сепаратора на входной и выходной сторонах имеются смотровые стекла. Сепаратор укомплектован необходимыми контрольно-измерительными приборами.

Техническая характеристика сепаратора ВСС-2

Производительность по горячему суслу, дал/ч	1000—1400
Рабочая частота вращения барабана, об/мин	5000
Диаметр барабана, мм	600
Зазор монтажный, мм	0,5
Комплект тарелок, шт.	129
Электродвигатель	
тип	А0-63-4
мощность, кВт	14
частота вращения, об/мин	1460
время набора барабаном рабочих оборотов, мин	8—10
Габаритные размеры, мм	1260×1020×1500
Масса, кг	1365

Лучшие зарубежные образцы имеют более высокую производительность. Так, например, сепаратор фирмы «Westfalia» (ФРГ) марки АК 200 36 имеет производительность по горячему суслу до 40000 л/ч, а по холодному — 30000 л/ч; сепараторы шведской фир-

мы «De Laval» — от 4000 л/ч по горячему суслу (модель BRPX 207-309) до 30000 л/ч (модель BRPX 213-30H) и от 15000 л/ч по холодному суслу (модель BRPX 217-30) до 12000 л/ч — модель (BRPX 213-30H).

Указанные сепараторы используют для отделения сусла из талочного отстоя и для сепарирования молодого пива. Сепараторы хорошо герметизированы, что исключает инфицирование сусла в процессе осветления. Образующийся осадок удаляется из сепаратора на ходу при избыточном давлении 0,8 МПа. Осветленное сусло из сепаратора удаляется с помощью насоса. В остальном устройство сепараторов аналогично сепаратору ВСС-2.

НАМЫВНЫЕ ДИАТОМИТОВЫЕ ФИЛЬТРЫ

В последние годы на зарубежных пивоваренных заводах получили большое распространение намывные диатомитовые фильтры различных конструкций, которые используют для осветления пивного сусла.

По типу фильтрующих элементов эти фильтры можно разделить на: рамные, в которых в качестве опорного материала для фильтрующего слоя применяется картон; листовые, с сетчатыми элементами; щелевые, где в качестве фильтрующих элементов используются вертикальные жесткие стержни, выполненные из специальных шайб — нержавеющей проволоки, спирально намотанной на полый перфорированный каркас, либо ткани или сетки, надетой на перфорированный каркас, и т. д.

По расположению элементов намывные фильтры разделяются на фильтры с горизонтальным и вертикальным расположением фильтрующих элементов.

Одним из видов намывного диатомитового фильтра с горизонтальным расположением фильтрующих элементов является дисковый фильтр «Sirius», выпускаемый фирмой «Seitz» (ФРГ). Фильтр (рис. 48) представляет собой цилиндрический сосуд 3, внутри которого на вертикальном полой валу 2 размещены традиционные элементы 4 — полые сетчатые металлические пластины. На поверхность этих пластин наносится слой диатомита. В верхней части фильтр имеет трубопровод 1 подачи суспензии сусла с диатомитовым порошком и штуцер для сжатого воздуха. В нижней части фильтра имеется штуцер 5 для удаления осадка и коммуникация 9 и 10 для отвода осветленного сусла и ввода горячей воды, предназначенной для промывки фильтра и удаления осадка. Фильтр снабжен дозатором 6, предназначенным для приготовления рабочего раствора диатомитового порошка.

Мутное сусло поступает в фильтр по трубопроводу 11 и, пройдя через слой диатомита, предварительно нанесенного на поверхность сетчатых пластин 4, поступает через полый вал 2 в отводящую коммуникацию 9. По окончании фильтрации остатки сусла выдавливаются из фильтра сжатым воздухом, поступающим по коммуникации 8. Осветленное сусло при этом удаляется по трубопроводу 10 (трубопровод 9 в это время перекрыт).

Осадок из фильтра удаляют через патрубок 5, промывая фильтр горячей водой, которую подают по коммуникациям 9 и 10. В процессе промывки фильтрующие элементы вместе с полым валом медленно вращают с помощью приводного механизма 7.

Технические характеристики фильтров «Sirius»

	Тип фильтра							
	10/10	20/10	20/15	20/20	40/20	40/30	40/40	
Максимальная производительность, дал/ч при расходе диатомита на 1000 л, кг	1	2000	2000	3000	4000	4000	6000	8000
	2	2000	2000	3000	3600	4000	6000	7200
	3	2000	2000	2400	2400	4000	4800	4800
	4	1800	1800	1800	1800	3600	3600	3600
Максимальное рабочее давление, МПа	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8
Общая мощность электродвигателей, кВт	25,42	36,8	36,8	36,8	53,5	53,5	53,5	53,5
Габаритные размеры, мм								
ширина	1830	2430	2430	2430	2720	2720	2720	2720
высота	2600	3200	3200	3200	4750	4750	4750	4750
Фильтрующая поверхность, м ²	10	10	15	20	20	30	40	40
Площадь фильтрующего элемента, м ²	0,63	0,63	0,63	0,63	1,33	1,33	1,33	1,33

Фильтры аналогичной конструкции выпускают швейцарская фирма «Filtrox Werke» (Filter-O-mat, имеющий фильтрующую поверхность до 27 м² и производительность до 1500 дал/ч), фирма «Schenk» (ФРГ) и др. Недостатками фильтров с горизонтальным

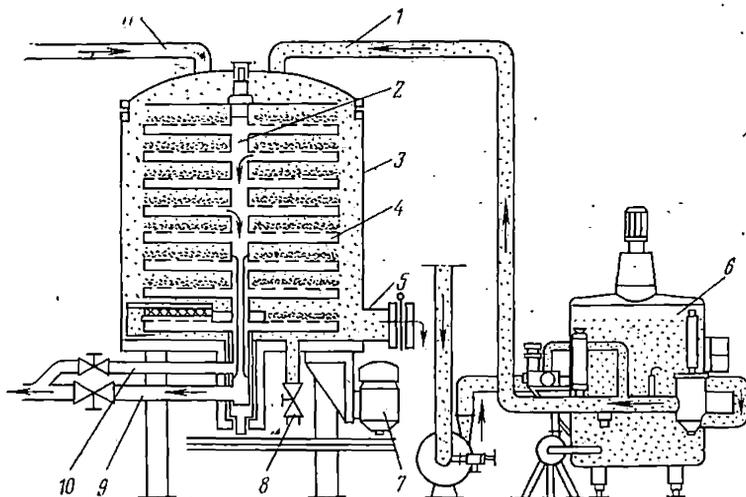


Рис. 48. Дисковый намывной диатомитовый фильтр системы «Sirius» фирмы «Seitz».

расположением фильтрующих элементов является неполное использование площади фильтровальных элементов, так как фильтрующий слой в этих фильтрах намывается только на верхней поверхности элементов.

В последние годы в зарубежной практике пивоварения получает распространение так называемый щелевой намывной диатомитовый фильтр. К таким фильтрам относится фильтр «Getra» фирмы «Holstein Kappert» (ФРГ).

Патронный фильтр «Getra» — высокопроизводительный аппарат. Существенным преимуществом фильтров этого типа является жесткий фильтрующий элемент. Как известно, недостатком диатомитовых фильтров, в которых в качестве опорного слоя используется картон, является легко разрушаемый при ударных толчках намывной слой. Фильтрующий элемент (рис. 49) в щелевом фильтре «Getra» представляет собой перфорированный стержень 1 с насаженными на него в большом количестве фильтрующими шайбами 2. Весь комплект шайб поддерживает снизу неподвижный колпачок 3, а сверху он ограничен навинчивающейся втулкой 4. С помощью ключа через навинчивающуюся втулку на фильтрующие шайбы оказывается постоянное давление прижима, благодаря чему достигается постоянная затяжка всех стержней.

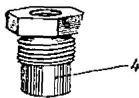
Пройдя слой диатомита, фильтрат через щели между фильтрующими шайбами попадает в промежутки между стержнем и шайбами и оттуда направляется вверх в фильтровальную полость в верхней части фильтра.

Основные узлы фильтра «Getra» (рис. 50): дозатор 2 с мешалкой, насос 1 для предварительного намыва диатомита, собственно фильтр — цилиндрическая емкость 5 с коническим дном 6 и сферической крышкой 4, питающий насос 7 для сусла и дозирующий насос 3. Внутри цилиндрической емкости на решетке вертикально укреплены фильтрующие стержни.

Несущий элемент патронного фильтра «Getra», на всех сторонах которого создается равномерное давление, образует жесткую несмещающуюся намывную подкладку, которая нечувствительна к скачкам давления и ударам. Устройство для дозировки диатомита автоматически регулирует количество диатомита на 1 декалитр сусла в зависимости от мутности нефильтрованного сусла. Электронный контрольный прибор подает оптический и акустический сигналы при отсутствии подачи диатомита.

Для осветления сусла фильтр заполняют водой или отфильтрованным суслом, затем насосом, установленным на входе в фильтр, создают циркуляцию содержимого с давлением 50 дал/м². Необходимое для производительного намыва и непрерывного дозирования количество диатомита задается в заполненный водой бак 2, после чего суспензия диатомита насосом 1 подается в питающий трубопровод.

Содержимое фильтра перекачивают до тех пор, пока на поверхности фильтрующих элементов не будет намыт слой диатомита. Непрерывное дозирование диатомита осуществляется с помо-



←Рис. 49. Фильтрующий элемент фильтра «Getra».

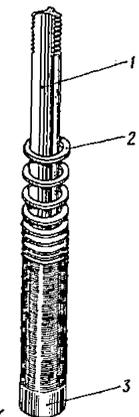
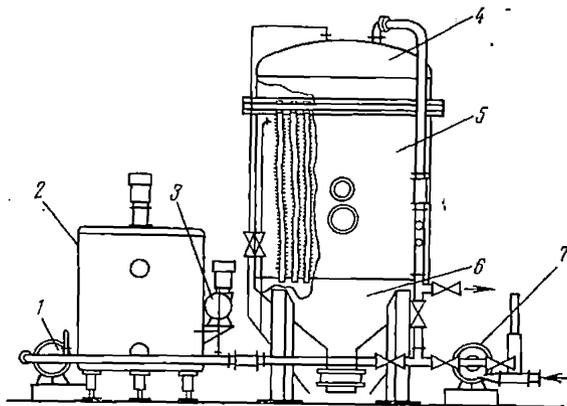


Рис. 50. Патронный щелевой фильтр «Getra».



стью дозировочного насоса 3. После фильтрации в фильтр нагнетается воздух или CO_2 для удаления остатков сусла. По окончании фильтрации открывают промывной трубопровод, заполняют фильтр водой, после чего вводят сжатый воздух и открывают затвор для выпуска шлама. Промывочная вода проходит из внутренней части стержней в корпус фильтра, отработавший диатомит на стержнях растворяется и смывается. Стерилизация фильтра горячей водой температурой 85°C проводится в направлении фильтрации.

Техническая характеристика фильтра «Getra»

Производительность, дал/ч	3000
Площадь фильтрации, м^2	60
Удельная нагрузка на площадь фильтрации, дал	50
Расход диатомита	
предварительный намыв, $\text{г}/\text{м}^2$	1000
дозировка, $\text{г}/\text{дал}$	9

Фильтры аналогичной конструкции изготовляют фирмы «Gasquet» (Франция), «Enzinger Union Werke» (ФРГ), «The Metafiltration Co Ltd» (Англия). Патронные фильтры с фильтрующим элементом, выполненным из нержавеющей проволоки, изготовляют фирмы «SBJ Gradez Kralove» (ЧССР), «Filtrox» (Швейцария) и др.

Для очистки фильтрующих элементов патронных фильтров с проволочной навивкой от диатомитового порошка ВНИЭКИпродмаш разработал ультразвуковую установку, состоящую из ультразвукового генератора УЗГ2-10, моечной ванны, устройства для вращения фильтров, источников ультразвуковых колебаний — магнитострикторов марки ПМС-6-22 и системы трубопроводов для подачи воды в ванну, охлаждения магнитострикторов и спуска воды из ванны и магнитострикторов.

Моечная ванна представляет собой сварную конструкцию из листовой нержавеющей стали. В дно ванны встроены источники ультразвуковых колебаний. Там же имеется сливное отверстие. Слив жидкости из ванны возможен непосредственно в канализацию через кран основного слива. Возможность переполнения ванны исключена благодаря наличию сливной трубы. К стенкам ванны приварены кронштейны, к которым крепятся стеклотекстолитовые опоры. На опоры укладывают 3 фильтровальных элемента и вращают их с частотой 3,5 об/мин при помощи цепной передачи от исполнительного механизма ПР1М-10. Ванна помещена в каркас, сваренный из уголков и закрытый кожухом с применением эластичных резиновых прокладок. Кожух снабжен крышкой, он служит для звукоизоляции и одновременно является декоративной облицовкой.

Источниками ультразвуковых колебаний служат 5 магнито-стрикционных преобразователей с секционно-рассредоточенным пермендюрным пакетом мембран размером $534 \times 230 \times 8$. Корпус преобразователя сплошной, сварной конструкции. В дно корпуса сварены штуцеры для подачи и слива охлаждающей воды, концы обмотки через сальник соединены с источником питания ультразвуковой частоты — генератором. Преобразователи крепятся в окне дна ванны через резиновую прокладку с помощью 14 шпилек, приваренных к его корпусу. Источники колебаний — магнито-стрикционные преобразователи — охлаждаются проточной водой. Наличие воды в преобразователях контролируется визуально по сливу.

Очистка элементов производится в воде при температуре 60—65°C без добавления моющих средств.

Техническая характеристика ультразвуковой установки для очистки фильтровальных патронных фильтров ВНИЭКИпродмаша

Производительность, шт. фильтрующих элементов в сутки	144
Потребляемая генератором мощность, кВт	17
Частота акустических колебаний, кГц	22
Число преобразователей	5
Общая площадь диафрагмы преобразователя, мм	1602×230
Расход воды на охлаждение магнито-стрикционных преобразователей, л/мин	9,0
Продолжительность обработки элементов ультразвуком, мин	10
Температура воды в ванне, °C	60—65
Частота вращения фильтрующих элементов, об/мин	3,5
Вместимость моечной ванны, л	200
Габаритные размеры, мм	
ванны	$2060 \times 886 \times 1175$
генератора	$1860 \times 886 \times 780$
Масса, кг	
ванны	300
генератора	620

Экономический эффект от внедрения одной установки составляет 9550 руб. в год.

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ БРОЖЕНИЯ И ДОБРАЖИВАНИЯ ПИВА

Главное брожение на отечественных пивоваренных заводах ведется в железобетонных бродильных чанах или заводских алюминиевых танках, как правило, при температуре 5—9—5°С в течение 6—8 сут.

Дображивание протекает в вертикальных и горизонтальных танках производства рижского завода «Латпищемаш» и машиностроительного завода Минлегищемаша в г. Ростов-на-Дону вместимостью от 1000 до 6000 дал при температуре от 0 до +4°С и давлении CO₂ от 0,03 до 0,06 МПа в течение 21 сут (для Жигулевского пива).

В настоящее время Свесским насосным заводом Союзнасосмаша изготовлены опытно-промышленные образцы танков главного брожения и дображивания пива объемом 40 м³ с охлаждающей рубашкой и установка для получения чистой культуры дрожжей, входящие в состав технологической линии производства пива производительностью 4 млн. дал пива в год.

На Москворецком пивзаводе внедрен способ непрерывного брожения и дображивания пива, обеспечивающий приготовление пива за 14 сут при непрерывной работе в течение двух месяцев без остановки на дезинфекцию. Аналогичный способ производства пива внедряется на Новосибирском пивзаводе, что дает существенный прирост мощности на этих заводах.

На Львовском, Сакусском, Одесском, Киевском и ряде других пивзаводов установлены цилиндрикоконические бродильные аппараты для ускоренного брожения и дображивания пива. Продолжительность цикла для Жигулевского пива в этих аппаратах—12 сут.

Цилиндрикоконические аппараты получили широкое распространение за рубежом—в Бельгии, Франции, ФРГ, ГДР и других странах.

Внедрение их в отечественной промышленности позволит увеличить мощность отделений брожения и дображивания на действующих заводах и сократить капитальные затраты за счет уменьшения стоимости зданий при строительстве новых предприятий. КБ НПО ПБП разработало конструкцию установки марки РЗ-ВМТ для мойки и дезинфекции танков, внедрение которой в промышленность позволит механизировать эти процессы.

УСТАНОВКА ДЛЯ РАЗВЕДЕНИЯ ЧИСТОЙ КУЛЬТУРЫ ДРОЖЖЕЙ СВЕССКОГО НАСОСНОГО ЗАВОДА

НИИхиммашем разработана конструкция, а Свесским насосным заводом изготовлена установка для разведения чистой культуры дрожжей, которая внедрена на Паневежисском пивоваренном заводе пивоваренного объединения «Калнапилис».

Установка (рис. 51) состоит из колбы 1 для выращивания чистой культуры дрожжей, аппарата 4 для предварительного брожения, цилиндра 2 для размножения чистой культуры дрожжей и стерилизатора 3.

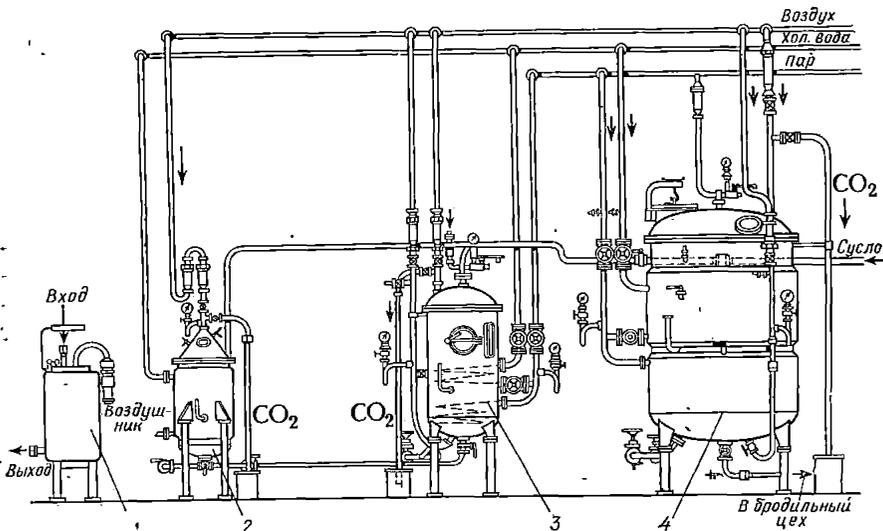


Рис. 51. Установка для разведения чистых культур дрожжей Свесского насосного завода.

Технология разведения дрожжей на этой установке аналогична общепринятой на отечественных пивоваренных заводах.

Для разведения чистой культуры дрожжей аппараты стерилизуют острым паром. В стерилизатор вносят горячее сусло, стерилизуют и охлаждают его, затем передают в аппарат для предварительного брожения и цилиндр для размножения чистой культуры дрожжей, в который вносят из колбы разводку чистой культуры. После размножения содержимое цилиндра передают в аппарат для предварительного брожения, откуда чистая культура дрожжей поступает в бродильные чаны.

Техническая характеристика установки для получения чистой культуры дрожжей НИИХиммаша

Производительность за рабочий цикл, л	2200
Длительность одного цикла, сут	6—7
Номинальная вместимость аппаратов, л	
колба для выращивания чистой культуры дрожжей	10
цилиндр для размножения чистой культуры	250
стерилизатор	520
аппарат предварительного брожения	3000
Рабочее давление, МПа	
в аппаратах (кроме колбы)	0,07
в паровой рубашке	0,3
Длительность нагрева, стерилизации и охлаждения рабочих объемов продукта (соответственно), мин	
в стерилизаторе	45; 40; 300
в аппарате предварительного брожения	75; 10; 620
Габаритные размеры, мм	
стерилизатор	1700×1500×300

цилиндр для размножения чистой культуры
 аппарат предварительного брожения
 Масса, кг
 стерилизатор
 цилиндр для размножения чистой культуры
 аппарат предварительного брожения

850×850×2380
 2500×2050×3856
 320
 140
 385

ТАНКИ ДЛЯ ГЛАВНОГО БРОЖЕНИЯ И ДОБРАЖИВАНИЯ ПИВА

До недавнего времени подавляющее большинство отечественных пивоваренных заводов было оснащено танками малой емкости, изготовленными из обычной стали или алюминия. В настоящее время Рижский опытный завод «Латпищемаш» изготавливает

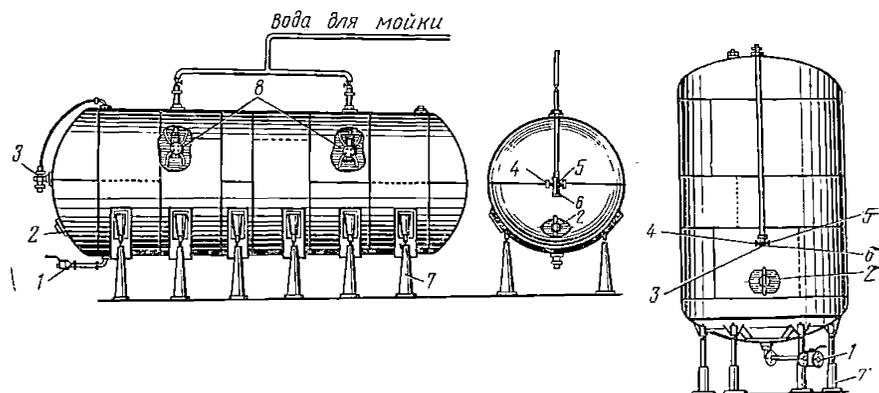


Рис. 52. Бродильно-лагерные танки Свесского насосного завода:

1—пивной кран; 2—люк; 3—пробоотборный кран; 4—место присоединения шпунт-аппарата; 5—штуцер для манометра; 6—штуцер для подключения сжатого воздуха; 7—домкрат-опора; 8—приспособление для механической мойки танков.

крупные алюминиевые танки горизонтального или вертикального исполнения, отличающиеся лишь конструкцией поддерживающих опор и местом установки люка. Габаритные размеры их одинаковы.

Крупные бродильные танки из нержавеющей стали освоил Свесский насосный завод (рис. 52).

В бродильных танках, изготовляемых с внутренним змеевиком для охлаждения суслу при главном брожении, и в танках для дображивания при монтаже возможна установка устройства для механизированной мойки.

На современных пивоваренных заводах горизонтальные танки размещают таким образом, чтобы они находились в изолированных охлаждаемых помещениях и выходили в теплый коридор только лобовым днищем. Люки танков и технологические трубопроводы расположены на стенках теплого коридора, и все операции по обслуживанию аппаратуры проводятся в этом коридоре без захода в охлаждаемое помещение.

Установка вертикальных танков предусмотрена только в охлаждаемых помещениях, однако преимущество их перед горизонтальными заключается в том, что они занимают значительно меньшую площадь за счет лучшего использования объема помещений.

Техническая характеристика танков главного брожения типа Б-604 и танков для дображивания типа ТЛА Рижского опытного завода «Латпищемаш»

	Танки	
	В-604	ТЛА
Среда	Сусло	Пиво
в аппарате	Вода	—
в змеевике		
Давление, МПа		
в аппарате	0,06	0,06
в змеевике	0,06	—
Температура, °С		
в аппарате	2—10	1—10
в змеевике	1	—
Объем танка, м ³		7,2—45
Диаметр внутренний, мм		1800—2400
Длина, мм		2050—10050
Масса, кг	460—2019	392—1837

На зарубежных пивоваренных заводах для сбраживания пивного сусла и созревания пива в настоящее время применяют более крупные танки, чем раньше. Это вызвано стремлением не только увеличить выпуск продукции, но и снизить себестоимость ее за счет сокращения потерь и снижения затрат на мойку.

На многих пивоваренных заводах открытые бродительные танки заменяются закрытыми. Большое распространение в последнее время получили прямоугольные и особенно вертикальные цилиндрические танки, которые выпускаются трех разновидностей: с плоским днищем; с наклонным днищем (12,5°), цилиндрической формы.

Вертикальные цилиндрические танки по массе значительно легче горизонтальных, они оснащены распылительными головками для автоматической мойки и дезинфекции и, наконец, из них легче удалять дрожжи. Полезная нагрузка современных бродельно-лагерных танков колеблется от 4000 до 15000 дал.

Современные танки оснащают наружными охлаждающими поясами, выполненными в виде рубашки или витков тонкостенных труб.

Оптимальные размеры и объемы цилиндрических танков подбирают с помощью номограммы (рис. 53).

Цилиндрические бродельные аппараты имеют диаметр от 3 до 6 м. Для крупногабаритных бродельных аппаратов требуется высота более 20 м. Соотношение диаметра и высоты в них обычно составляет около 1:4. Аппараты рассчитаны на давление примерно 0,2 МПа.

Цилиндрический бродельный аппарат с рассредоточенными поверхностями охлаждения можно использовать как для обычного ведения брожения и хранения пива, так и для различных

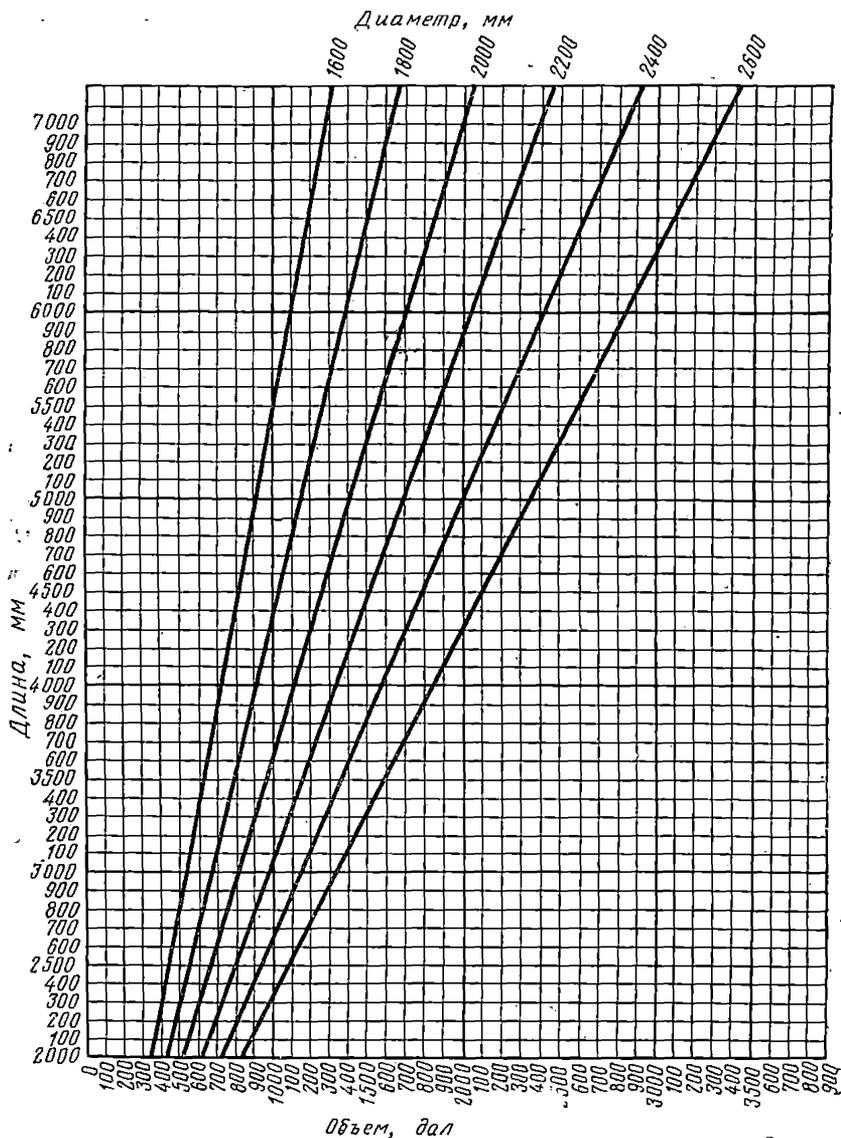


Рис. 53. Номограмма для определения размеров и объемов цилиндрических танков.

способов ускоренного брожения, и в основном — для однотанкового процесса. Нижняя часть аппарата имеет угол конуса 70—75°.

Для универсального применения в аппарате предусмотрены 3 зоны охлаждения, регулируемые независимо одна от другой. Так, одна из них должна охлаждать коническую часть аппарата, так

как в конце процесса брожения, примерно в течение последних 18—24 ч, используется только эта зона. Отдельные зоны охлаждения дают возможность управлять конвекцией бродящего субстрата и тем самым одновременно контактом его с дрожжевыми клетками, что позволяет оперативно влиять на скорость брожения и степень сбраживания.

Прямоугольные бродильные аппараты (рис. 54) представляют собой сосуды квадратной или прямоугольной формы, сваренные из стальных листов с закругленными гранями. Край чана упрочнен массивной рамой, кожух — вертикальными ребрами. В днище имеется отверстие с фланцем для закрепления выпускного патрубка с арматурой. Арматура отполирована, пробки краев тонко отшлифованы.

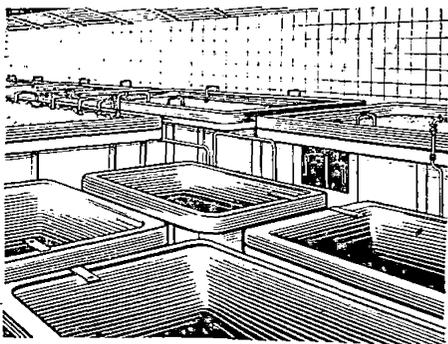


Рис. 54. Прямоугольные бродильные аппараты.

Внутренняя поверхность в местах швов зачищена и вся покрыта двойным слоем эпоксидной мастики. Покрытие вполне при помощи шпателя и должно быть блестящим, цельным, без пор и натеков. Наружные стены имеют грунтовое масляное покрытие.

Аппараты устанавливают на решетке из стальных профилей или на бетонном фундаменте. Изготавливают их различных размеров согласно требуемым габаритам или объему, который всегда на 10—12% больше предполагаемого количества сусла.

УСТАНОВКА ДЛЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ МОЙКИ И ДЕЗИНФЕКЦИИ ТАНКОВ

Установка (рис. 55) состоит из резервуара 1 для концентрированного раствора щелочи, резервуара 2 для приготовления рабочего раствора дезинфектанта, резервуаров 3 и 4 для чистой и оборотной воды, пульта управления 5 и силового щита 6, вводных патрубков 7, моющих головок 8, предохранительного устройства 9, цилиндра 10 и насосов 11, 12 и 13.

Для мойки и дезинфекции танков в резервуаре 2 готовят рабочий раствор, который насосом 12 направляют в моющую головку. Рабочий раствор из танка, прошедший фильтр 10, насосом 12 возвращают в резервуар 2. Чистая и обеззараженная вода из резервуаров 3 и 4 насосом 12 передается для мойки и ополаскивания танков. Управление установкой вынесено на щит 5. Возможна также работа по запрограммированному режиму.

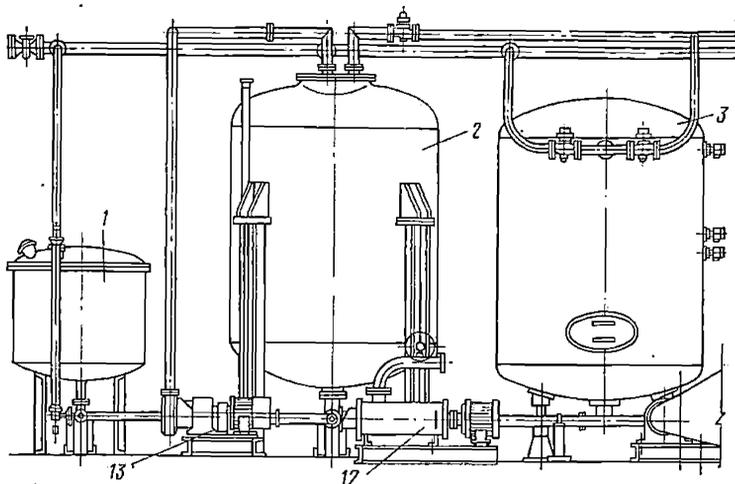


Рис. 55. Установка РЗ-ВМТ для механизированной мойки

Техническая характеристика установки для механизированной мойки и дезинфекции бродильных и лагерных танков типа РЗ-ВМП

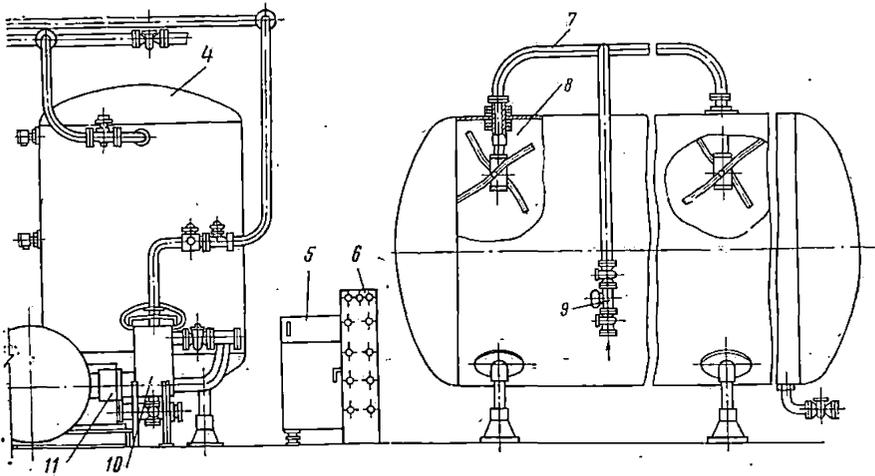
Площадь, занимаемая установкой, м ²	40
Продолжительность мойки танка объемом 25 м ³ , не более, ч	1,0
Подача жидкости на одну моющую головку, м ³ /мин	0,25—0,3
Рабочее давление жидкости, МПа	0,8
Число моющих головок в танке	1—2
Расход воды на мойку одного танка (объемом 25 м ³), м ³	0,5
Масса установки, кг	6660

БРОЖЕНИЕ И ДОБРАЖИВАНИЕ ПИВА В ЦИЛИНДРОКОНИЧЕСКИХ БРОДИЛЬНЫХ АППАРАТАХ

В настоящее время наиболее целесообразно и экономически выгодно проведение процессов брожения и дображивания пива в цилиндрических бродильных аппаратах большой емкости. На пивоваренных заводах нашей страны получили распространение цилиндрические бродильные аппараты объемом 100 м³.

Эти аппараты теплоизолированы, занимают мало площади и могут устанавливаться вне помещений на открытых площадках.

Цилиндрический бродильный аппарат (рис. 56) представляет собой выполненный из нержавеющей стали вертикальный цилиндрический сосуд с коническим днищем, оборудованный поясами охлаждения. Аппарат снабжается моющей головкой, предохранительным клапаном, шпунт-аппаратом, гидрозатвором, датчиками контроля температур и датчиком верхнего уровня. На аппарате монтируется арматура для подвода и отвода теплоносителя, сула, пива, дрожжей, диоксида углерода, моющей жидкости.



и дезинфекции броидильно-лагерных танков.

Бродильные аппараты цилиндрической формы рекомендуется устанавливать на тех пивоваренных заводах, где имеется диспропорция между производительностью варочного и броидильного цехов. При установке нескольких таких аппаратов должна быть предусмотрена станция мойки и дезинфекции их.

В цилиндрических броидильных аппаратах процессы брожения и дображивания пива совмещены. Сусло может быть приготовлено из одного солода или с несоложенными материалами. В таких аппаратах возможно получение различных сортов пива. Так, например, использование цилиндрических броидильных аппаратов для производства пива Жигулевское позволяет в 2 раза сократить длительность процессов брожения и дображивания по сравнению с классическим способом производства пива, при этом увеличивается коэффициент полезного использования площади, значительно сокращаются санитарно-уборочные работы, повышается культура производства, сокращается численность обслуживающего персонала.

Процесс брожения и дображивания в цилиндрических броидильных аппаратах протекает следующим образом. Сусло непосредственно из отстойного чана или после сепарирования охлаждают на теплообменнике до 10°C и передают в цилиндрический броидильный аппарат, аэрируя его при этом из расчета 3—4 г кислорода на 10 дал сусла. Воздух для аэрации должен быть стерильным и очищенным от следов масла. Аппараты заполняют суслom в 2—3 приема. После подачи первой части сусла для заполнения 2—3% рабочего объема аппарата в него вводят производственные дрожжи из расчета 0,4 л (88%-ной влажности) на 10 дал сусла.

Для брожения используют высокоактивные дрожжи. Для первой генерации следует применять чистую культуру дрожжей. По

окончании подачи дрожжей аппарат заполняют суслом на 85% объема. Сусло, поступающее в аппарат, подвергают аэрации. Воздух подают специальным аэратором до содержания в сусле около 5—6 мг растворенного кислорода на 1 л.

Процесс брожения начинают при температуре 10° С. В течение первых двух суток температуру сусла повышают до 14° С. Брожение заканчивают при этой же температуре на пятые—шестые сутки (содержание сухих веществ в пиве при этом снижается с 11 до 2,6—2,2%). Температуру сусла в требуемых пределах поддерживают путем периодического включения рубашек охлаждения.

По окончании брожения коническую часть аппарата резко охлаждают до температуры 0—2° С, при этом происходит оседание дрожжей, продолжающееся двое суток. В цилиндрической части аппарата в течение трех суток поддерживают следующую температуру: в верхней зоне 13—14° С, в нижней — 10—13° С. При таком температурном режиме аппарат шпунтуют и поддерживают избыточное давление в пределах 0,04—0,05 МПа. После этого подают в рубашки цилиндрической части аппарата хладагент и доводят температуру всей массы пива до 0—2° С. Процесс дображивания пива по достижении конечной степени сбраживания длится 5—7 сут. После снятия дрожжей проводят промывку и карбонизацию пива диоксидом углерода из расчета 10 г/дал. Промытое и карбонизированное пиво выдерживают в аппарате при температуре от 0 до 5° С в течение 1—2 сут, после чего охлаждают до

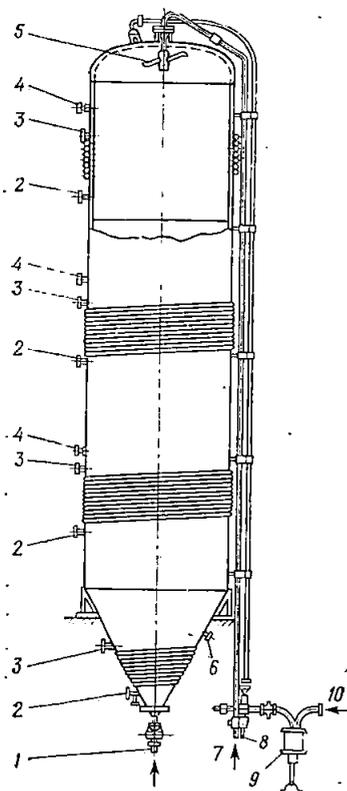


Рис. 56. Цилиндроконический бродильный аппарат

1—вход и выход продукта; 2—вход рассола; 3—выход рассола; 4—термометр сопротивления; 5—моющая головка; 6—отбор проб; 7—вход воды и дезинфектанта; 8—место для шпунт-аппарата; 9—гидрозатвор; 10—выход CO₂.

0° С, фильтруют и направляют на розлив.

Перед этим из конической части аппарата спускают дрожжи в специальный сборник для последующего использования. Хранят дрожжи при температуре 0—1° С. Опорожнение аппарата проводится под давлением диоксида углерода, подаваемого в наджидкостное пространство аппарата. Общая длительность процесса брожения и дображивания 12—13 сут.

После слива пива аппарат моют водопроводной водой до полного удаления остатков дрожжей, хмелевых смол и пр., затем

проводят дезинфекцию и ополаскивают стерильной кипяченой водой. Моют аппарат с помощью установленной в верхней его части моющей головки в течение 15—20 мин.

**Техническая характеристика цилиндрикоконического бродильного аппарата
конструкции КБ НПО ПБП РЗ-ВЦН-95**

Объем, м ³	
полный	95
рабочий	80
Рабочее давление, МПа	
в аппарате	0,07
в рубашках	0,4
Среда	Пищевая, рН 4,5
в аппарате	Рассол (неядовитая,
в рубашках	невзрывоопасная)
Температура хладагента в рубашках, °С	—8
Площадь поверхности охлаждения, м ²	44,3
Температура при мойке внутренних стенок аппарата, °С	до 70
Материал аппарата и рубашек	Сталь 12Х18Н10Т
Габаритные размеры, мм	
внутренний диаметр	3000
длина	4200
ширина	3200
высота	16500
Масса, кг	13200

В зарубежных странах, как правило, применяется традиционная классическая технология пива с довольно длительными сроками брожения и дображивания.

Наблюдается тенденция к интенсификации процессов за счет увеличения концентрации дрожжей, повышения температуры процесса брожения, искусственного насыщения пива диоксидом углерода, брожения под давлением и других приемов, как-то: совмещение брожения и дображивания в цилиндрикоконических аппаратах (ФРГ, Франция, Бельгия, ГДР, Англия), ускорение сбраживания суслу путем пропуска через плотный слой дрожжей, закрепленных на фильтр-элементе (ФРГ), продувка пива диоксидом углерода с целью ускорения дображивания (США).

Цилиндрикоконические бродильные аппараты изготовляют емкостью до 500 м³ и более. Во Франции фирма «Мёйга» изготовляет цилиндрикоконические бродильные аппараты из нержавеющей стали и стали Ст. 3 с внутренним покрытием эпоксидной смолой (покрытие «Meugacoat»). Внутреннюю поверхность аппаратов, изготовленных из нержавеющей стали, подвергают тщательной полировке.

На рис. 57 показана схема цилиндрикоконического бродильного аппарата фирмы «Мёйга» (Франция) емкостью 99 м³.

Для охлаждения при брожении и дображивании аппарат снабжен рубашками в конической и цилиндрической частях 1. Коническая часть аппарата может охлаждаться независимо от цилиндрической части. Цилиндрическая часть аппарата 3 имеет две рубашки, которые могут работать самостоятельно. Угол конуса

равен 70° . Аппарат можно устанавливать на самостоятельных колоннах или на балки.

После освобождения от пива аппарат промывают водой, поступающей от насоса 4 через стационарно установленную форсунку 2. Форсунка изготавливается из нейлона в виде круглого цилиндра с внутренним диаметром 5—6 см и высотой 12—15 см. Диаметр отверстий 1,2—2 мм. Отверстия имеют радиальный наклон в сто-

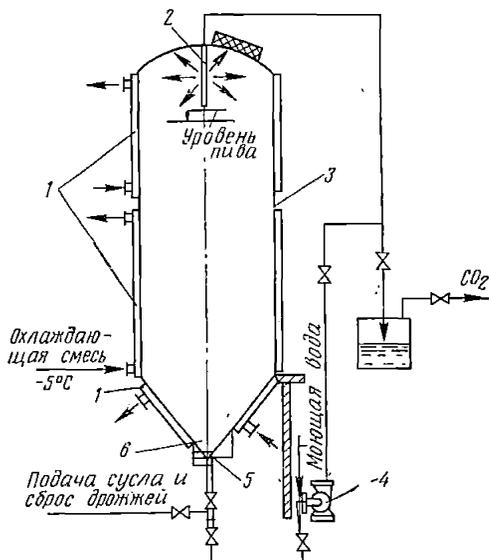


Рис. 57. Цилиндрикоконический бродительный аппарат французской фирмы «Meuca».

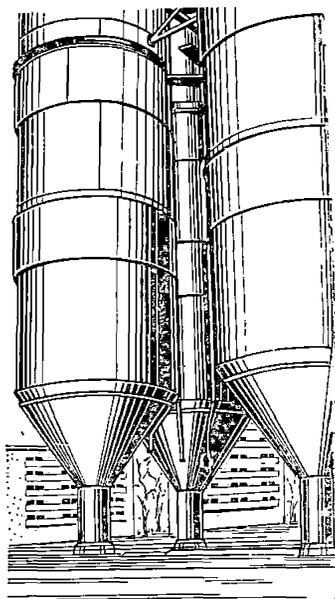


Рис. 58. Общий вид цилиндрикоконических бродительных аппаратов фирмы «Steincker» (ФРГ).

рону выхода с целью получения необходимого эффекта мойки. После мойки аппарата отвинчивают нижнюю часть конуса 5, которая шарнирно соединена с основным конусом 6. В конус 5 помещают в твердом или жидком виде гидроксид натрия (NaOH), после чего присоединяют его к основному конусу 6, добавляя воду ($20\text{--}25^\circ\text{C}$), и при помощи насоса 4 при давлении 0,2—0,3 МПа моющий раствор циркулирует через аппарат.

После этого аппарат промывают дезинфицирующим раствором и стерильной водой.

При изготовлении цилиндрикоконических бродительных аппаратов из стали 3 внутреннее покрытие эпоксидной смолой «Meucascoat» наносят следующим образом: внутреннюю поверхность емкости очищают от ржавчины пескоструйным устройством, освобождают от пыли и при помощи пульверизатора наносят на нее слой эпоксидной смолы толщиной 400 мкм. Покрытие поверхности производят

при температуре металла не ниже 10°C. Смола при распылении должна иметь температуру 35°C. Слой покрытия прочный и дает гладкую поверхность.

Цилиндрикоконические бродительные аппараты аналогичной конструкции изготовляют различные иностранные фирмы. Представляют интерес аппараты фирмы «Steinecker» (ФРГ) (рис. 58), устанавливаемые вне помещения.

Пример расчета экономического эффекта от внедрения цилиндрикоконических бродительных аппаратов

Цилиндрикоконические бродительные аппараты позволяют совместить в одном аппарате процессы главного брожения и лагерного созревания пива при сокращении общей продолжительности технологического цикла. ЦКБА устанавливаются на открытом воздухе (за исключением нижней конической части), что значительно сокращает стоимость зданий. Кроме того, уменьшаются расходы по заработной плате рабочих и амортизации оборудования.

Исходные данные по расчетам НПО ПБП

	Базовый вариант (танки лагерные и бродительные)	Расчетный вариант (ЦКБА)
Продолжительность технологического цикла, включая время на мойку и дезинфекцию, сут	29,5 (брожение 7,5, дображивание 22,0)	13
Число рабочих дней в году	338	338
Геометрический объем, м ³	44,7	95
Коэффициент заполнения	брожение — 0,9 дображивание — 0,98	0,85
Число аппаратов, участвующих в процессе	2	1
Число обслуживающего персонала при трехсменной работе, чел.-сут	0,6	0,3
Разряд работающих	IV	V
Часовая тарифная ставка, руб.	0,557	0,617
Годовой фонд рабочего времени одного рабочего, ч	1850	1850
Дополнительная заработная плата, %	30	30
Отчисление в соцстрах, %	6,8	6,8
Затраты на спецодежду, %	6,6	6,6
Стоимость основного оборудования, руб.	6613,2	23000
Срок службы до предельного износа, годы	15	20
Отчисление на ремонт и эксплуатацию оборудования, % от его стоимости	7,2	7,2
Выпуск продукции на 1 м ³ объема здания (по данным типового бродельно-лагерного цеха с установкой ЦКБА мощностью 2 млн. дал пива в год, разработанного Гипропищепром-2) дал/(год · м ³)	120	506
Средняя стоимость 1 м ³ здания (общестроительные работы), руб./м ³	13,81	13,81

Расчет годового объема выпущенной продукции:
по базовому варианту

$$П_6 = \frac{4470 \cdot 0,94 \cdot 338}{29,5 \cdot 1000} = 48,14 \text{ тыс. дал.}$$

по расчетному варианту

$$\Pi_p = \frac{9500 \cdot 0,85 \cdot 338}{1 \cdot 13 \cdot 1000} = 209,95 \text{ тыс. дал.}$$

Расчет затрат по заработной плате.

Заработная плата одного рабочего:
базовый вариант

$$0,557 \times 1850 (1 + 0,3 + 0,068 + 0,066) = 1477,67 \text{ руб.};$$

расчетный вариант

$$0,616 \times 1850 \times (1 + 0,3 + 0,068 + 0,066) = 1634,19 \text{ руб.}$$

Заработная плата на выпуск 1000 дал пива:
по базовому варианту

$$\frac{1477,67 \times 0,6}{48,14} = 18,42 \text{ руб.};$$

по расчетному варианту

$$\frac{1634,19 \times 0,3}{209,95} = 2,34 \text{ руб.}$$

Расчет амортизационных отчислений на 1000 дал пива:
по базовому варианту

$$\frac{6613,2 \times 0,072}{48,14} = 9,89 \text{ руб.};$$

по расчетному варианту

$$\frac{23\,000 \times 0,072}{209,95} = 7,89 \text{ руб.}$$

Капитальные затраты с учетом стоимости производственных помещений,
отнесенные на 100 дал пива:
по базовому варианту

$$\frac{(48\,140 : 120) \times 13,81 + 6613,2}{48,14} = 252,46 \text{ руб.};$$

по расчетному варианту

$$\frac{(209\,950 : 506) \times 13,81 + 23\,000}{209,95} = 136,84 \text{ руб.}$$

Затраты по изменяющимся статьям себестоимости (на 1000 дал пива) сведены в таблицу

Наименование статей	Базовый вариант	Расчетный вариант
Заработная плата, руб.	18,42	2,34
Амортизационные отчисления, руб.	9,89	7,89
Итого	28,31	10,23

Годовой экономический эффект от применения ЦКБА типа РЗ-ВЦН-95 при нормативном коэффициенте эффективности

$$\mathcal{E} = [(28,31 + 0,15 \times 252,46) - (10,23 + 0,15 \times 136,84)] 209,95 = \\ = 7436,43 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект в расчете на 1 млн. дал пива

$$\mathcal{E}_r = \frac{7436,43 \times 1000}{209,45} = 35,42 \text{ тыс. руб.}$$

ПРИМЕНЕНИЕ НОВОЙ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ РАСЫ ДРОЖЖЕЙ ДЛЯ СБРАЖИВАНИЯ ПИВНОГО СУСЛА

НПО ПБП получен высокоэффективный штамм 8а/м/пивоваренных дрожжей, который позволяет на 20—40% сократить длительность процесса брожения.

Штамм получен методом селекции из пивоваренных дрожжей расы β-Львовская, применяемых для приготовления Жигулевского и сортового пива. Пивоваренные дрожжи штамма 8а/м/используются для низового брожения.

Размеры клеток, овальных по форме, после двух суток культивирования на жидком охмеленном сусле составляют $6,45 \times 7,10$ мкм. Колонии при росте на сусле-агаре белого цвета, матовые, с приподнятым конусообразным центром. Коэффициент размножения за 24 ч при комнатной температуре и исходной концентрации клеток 62,5 млн./мл равен 6,8.

Дрожжи штамма 8а/м/обладают высокой бродильной активностью, имеют повышенный коэффициент размножения, хорошо оседают; все это позволяет сократить длительность главного брожения с 7 до 5 сут. При использовании дрожжей штамма 8а/м/сохраняются все параметры существующего периодического способа получения пива.

Вкусовые качества готового пива, полученного с новым штаммом, оцениваются выше пива, приготовленного на других расах дрожжей. Применение нового штамма дрожжей не требует никаких изменений в технологическом процессе, предусмотренном действующей технологической инструкцией по производству солода и пива. Экономический эффект, полученный за счет повышенной ферментативной активности дрожжевых клеток, создается без каких бы то ни было капиталовложений и составляет около 7,2 тыс. руб. на 1 млн. дал пива.

Использование нового штамма быстросбраживающих дрожжей рекомендуется в первую очередь на тех заводах, где мощность отдельных цехов несбалансирована, и в первую очередь там, где производительность бродильного отделения является «узким местом». Чистую культуру штамма 8а/м/высылает лаборатория микробиологии НПО ПБП по заявкам от предприятий.

Чистая культура дрожжей разводится в специальных аппаратах типа аппарата Грейнера. Из пробирки с чистой культурой де-

лают ряд последовательных пересевов через каждые 24—36 ч в возрастающие объемы стерильного сусла (0,03; 0,3; 3 л до 6 л в колбе Карлсберга). В этой колбе брожение длится 5—6 сут при температуре 7—8°C, затем содержимое колбы переносят в бро-дильный цилиндр чистой культуры, куда добавляют 200 л стериль-ного сусла, охлажденного до 8°C. Здесь брожение длится еще 3 сут, после чего разводку (60%) вносят в стерилизатор со сте-рильным суслом. В стерилизаторе брожение контролируется при 9°C в течение 3 сут, а затем сбродившее сусло передают в аппа-рат предварительного брожения производственного сусла, доли-вая его через 12 ч в том же объеме.

По истечении 1,5 сут забродившее сусло передают в первый бро-дильный аппарат батареи. Температурный режим главного брожения сохраняется таким же, как и при брожении периодиче-ским способом.

Исходная концентрация дрожжевых клеток в начале главного брожения колеблется в пределах 20—50 млн./мл.

НАМЫВНЫЕ ДИАТОМИТОВЫЕ ФИЛЬТРЫ ДЛЯ ОСВЕТЛЕНИЯ ПИВА

В настоящее время на отечественных пивоваренных заводах получил широкое распространение способ фильтрования пива че-рез слой диатомита на рамных намывных фильтрах ВФД-4 и ВФД-50, разработанных КБ НПО ПБП и серийно освоенных Костромским механическим заводом им. XVII партсъезда.

Фильтрование пива через слой диатомита при сохранении вку-совых качеств, цвета и пеностойкости пива позволяет почти пол-ностью освободить пиво от дрожжевых клеток и посторонних мик-роорганизмов и тем самым значительно повысить его стойкость; получить более высокую степень осветления по сравнению с освет-лением на сепараторах; снизить потери пива, уменьшить расход воды (на 0,04 дал/дал).

Для фильтрования пива применяют диатомит (кизельгур) сор-та А и Б, отвечающий требованиям ТУ 18 РСФСР 533—73, выпус-каемый Инзенским заводом фильтровальных порошков Росглав-сахара МПП РСФСР, и целлюлозный опорный картон с мелами-новой смолой, отвечающий требованиям ТУ 81-04-237—73.

Расход материалов (в г/дал): диатомит сорта А 3—5; сорта Б 14—16; картон 1,5—2,5.

НАМЫВНЫЕ ДИАТОМИТОВЫЕ ФИЛЬТРЫ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Фильтр ВФД-4 (рис. 59) представляет собой аппарат перио-дического действия. Он состоит из собственного фильтра 1, доза-тора фильтровального порошка 2, расходомера 3 и насоса с элек-тродвигателем 4.

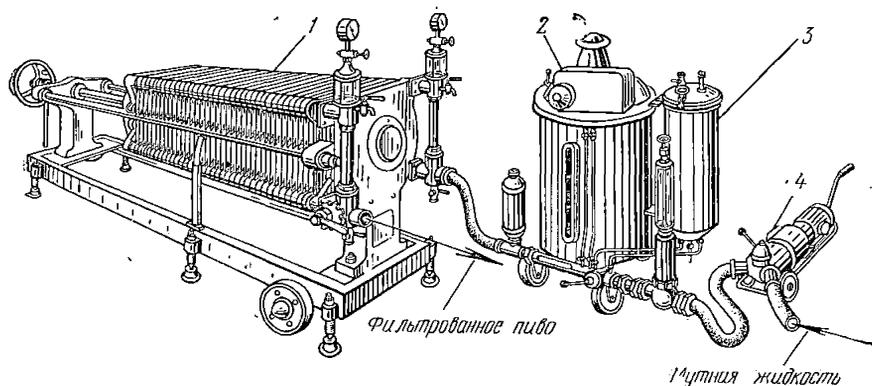


Рис. 59. Диатомитовый фильтр ВФД-4.

Фильтр смонтирован на передвижной тележке, на передней части которой установлены электродвигатель, вихревой насос и пульт управления всей установкой. На пульте управления смонтированы приборы контроля, смотровые стекла с подсветом, ручки крана и кнопки управления электродвигателями установки. На тележке укреплены упорная плита и продольные опорные балки, на которые ушками опираются промежуточные пластины и рамы и нажимная плита.

Набор пластин и рам в сжатом состоянии образует ряд камер, каждая из которых разделена на две половины опорным картоном. Со стороны нагнетающей магистрали камеры соединяются с каналами для подвода суспензии, со стороны выходной магистрали — с каналами для отвода фильтрата. Каналы образуются из отверстий в приливах промежуточных плит и рам. Внутренние полости рам служат для вмещения протекающего порошка и отфильтрованного дрожжей, белковых и других веществ.

Набор пластин и рам фильтра скрепляется зажимным механизмом, состоящим из винта, червячного редуктора и электродвигателя. Уплотнение пластин и рам может быть проведено также при помощи храпового механизма, для чего, вращая винт за рукоятку маховика, досылают нажимную плиту вплотную к набору рам и пластин и зажимают их храповым механизмом, связанным с винтом.

Дозатор представляет собой цилиндрический сосуд. В верхней части его размещен загрузочный бункер для фильтровального порошка и мембранный насос с электродвигателем. Внутри цилиндра проходит вертикальный вал с насаженной на него мешалкой. Входной и выходной штуцеры в нижней части цилиндра расположены тангенциально.

Через загрузочный бункер проходит вертикальный вал, на который насажено три дозирующих диска, два неподвижных и один подвижный. Каждый из дисков имеет одинаковое количество рав-

норасположенных пазов, причем пазы нижнего диска смещены по отношению к пазам верхнего на определенный угол. Дозатор установлен на специальной подставке. К ней на кронштейне подвешен привод дозатора, состоящий из двигателя и редуктора, в котором смонтирован дифференциальный кулисный механизм. Величина дозы порошка регулируется поворотом ручки, расположенной на приводе дозатора.

Техническая характеристика диатомитового фильтра ВФД-4

Производительность, дал/ч	1000
Число рам	34
Число пластин	35
Площадь поверхности фильтрации, м ²	22,0
Размер пластин, мм	600×600
Максимальное рабочее давление, МПа	0,5
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	6,6
Частота вращения электродвигателя, об/мин	1440
Марка насоса	2BC-1,6M
Производительность насоса, м ³ /ч	7—15
Габаритные размеры, мм	
фильтра	4010×1100×1050
дозатора	740×740×1500
Масса, кг	
фильтра	1740
дозатора	200

Схема работы диатомитового фильтра ВФД-4 ясна из рис. 60. При подготовке фильтра к работе на пластины фильтра 1 навешивают опорный картон, предварительно замоченный в течение 20—30 мин в горячей воде. Затем свинчивают пластины и рамы филь-

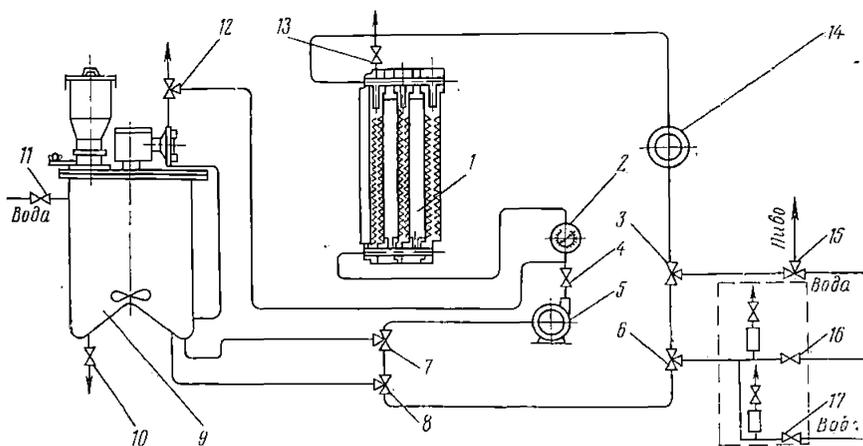


Рис. 60. Принципиальная схема работы диатомитового фильтра ВФД-4.

ра, включая привод зажима фильтра, или выполняют эту операцию вручную. Собранный фильтр заполняют водой через трехходовые краны 6, 7, 8. При этом открывают воздушный кран 13 и краны 17 и 4. Одновременно с этим через кран 11 заполняют водой дозатор 9. При достижении требуемого уровня поплавковое устройство закрывает доступ жидкости в дозатор. После полного заполнения фильтра водой, о чем свидетельствует вода, вытекающая из кранов 13 без воздушных пузырьков, ручки трехходовых кранов 3 и 6 устанавливают в положение, соответствующее работе фильтра по замкнутому циклу, и включают насос 5.

При введении нового фильтра в эксплуатацию всю систему заполняют 2%-ным раствором NaOH при температуре 60°C. Дезинфицирующий раствор прокачивают по замкнутому циклу не менее 15 мин, затем промывают фильтр и систему горячей водой при температуре 60—70°C до нейтральной реакции промывной воды на выходе из фильтра.

После этого приступают к нанесению предварительных слоев диатомитового порошка, для чего в бункер дозатора засыпают 13 кг диатомита сорта А (из расчета 600 г на 1 м² фильтрующей поверхности) и устанавливают ручку регулировки дозирующего механизма в положение, соответствующее делению «7». Ручки трехходовых кранов 3, 6, 7 и 8 устанавливают в соответствующие положения, при этом кран 17 должен быть закрыт.

Окончание нанесения первого слоя диатомита определяют по отсутствию его в воде, проходящей мимо смотрового стекла 14. Аналогичным образом наносят и второй слой, при этом в бункер дозатора 9 засыпают 14 кг диатомита сорта Б (из расчета 700 г на 1 м² фильтрующей поверхности).

После нанесения предварительных слоев диатомита приступают к фильтрации пива, для чего трехходовые краны 7 и 8 устанавливают в соответствующие положения. При работе по замкнутому циклу трехходовой кран 12 должен быть сообщен с резервуаром дозатора для сброса суспензии в резервуар во избежание повышения давления в замкнутой системе. Затем через люк в дозатор засыпают 10 кг диатомита сорта Б. Текущее дозирование порошка проводят из расчета 15—20 г/дал пива, что соответствует положению ручки регулирующего устройства дозатора на делении «1». Затем трехходовой кран 15 устанавливают в положение сброса воды и открывают кран 16 для введения пива в систему.

Ручки кранов 3 и 6 одновременно устанавливают в соответствующее положение. Трехходовой кран 12 открывают для подачи суспензии в поток пива. После вытеснения всей воды, находящейся в фильтре, кран 15 переводят в положение «пиво». При нормальной работе дозатора в окне расходомера 2 четко видно поступление дозы суспензии диатомита.

Диатомитовая суспензия дозируется в ток пива в течение всего периода фильтрования. В зависимости от степени осветления пива дозировка порошка может меняться. Если пиво, выходящее из

фильтра, недостаточно осветлено или давление на входе фильтра растёт слишком быстро, необходимо увеличить дозу диатомита в поток. Для этого следует повернуть ручку управления регулирующего устройства и установить в требуемое положение в соответствии с производительностью, указанной на таблице, прикрепленной к корпусу пульта управления.

Зависимость производительности дозатора от положения ручки регулирования дозы диатомита следующая:

Положение ручки регулировки дозирования, деление	Производительность дозатора, кг диатомита в ч
1	7,0
2	8,5
3	10,0
4	30,0
5	75,0
6	120,0
7	200,0

Фильтрация ведут до тех пор, пока давление на фильтре не достигнет 0,5 МПа, после чего фильтрация прекращают, выключают дозатор. Пиво из фильтра вытесняют водой, для чего кран 16 закрывают и открывают кран 17. После вытеснения пива краны закрывают, насос останавливают и открывают фильтр. Цикл повторяется. Спуск суспензии и сброс промывных вод из резервуара дозатора при необходимости производятся через кран 10.

Пуск и управление механизмами фильтра вынесены на пульт. Для свинчивания и развинчивания пластин и рам фильтра нажимают соответствующие кнопки привода зажимного механизма. Сигнальные лампы, установленные на пульте управления, показывают, в каком направлении работает привод механизма зажима, открыт или закрыт фильтр.

Визуальный контроль за поступлением суспензии диатомита ведут через окно расходомера, а за окончанием нанесения первого слоя диатомита — через смотровое стекло.

Цикл фильтрации в зависимости от исходной мутности пива и правильного дозирования диатомита может продолжаться 3—8 ч и более.

Для обеспечения высокой степени осветления пива необходимо полностью удалить воздух из фильтра при заполнении его водой. Для этого рекомендуется во время намывания слоя диатомита воздушные краны оставлять частично открытыми. Одновременно с этим выходным краном следует создать небольшое противодавление (0,03—0,05 МПа).

По окончании намыва слоев диатомита необходимо плавно переходить с воды на пиво, что позволяет избежать образования ударов и воздушных пробок. Для этого рекомендуется применять специальные смесительные фонари и перед переключением с воды на пиво удалить воздух из пивопровода через отдушник на фанаре. Во избежание вспенивания пива необходимо создать в сборнике фильтрованного пива постоянное противодавление. Сборник

фильтрованного пива следует устанавливать на одном уровне с фильтром. В случае подачи фильтрата на верхние этажи на фильтре необходимо создать дополнительное противодействие. Нельзя останавливать продуктовый насос во время фильтрования и резко открывать и закрывать краны, что приведет к образованию гидравлических ударов в системе. При переходе с одного танка на другой необходимо заблаговременно подготовить следующий танк и вытеснить воздух из трубопровода. Не следует допускать приготовления суспензии для дозирования с использованием пива, так как это приводит к вспениванию и попаданию воздуха в фильтр.

По окончании работы фильтр, дозатор и трубопроводы (шланги) промывают холодной, а затем горячей водой температурой 85—90° С в течение 15—20 мин. Горячую воду вытесняют холодной и оставляют фильтр заполненным водой до следующего фильтрования.

Если опорный картон подлежит повторному использованию в следующем цикле, его промывают водой в направлении, обратном току пива.

По мере необходимости всю систему установки промывают дезинфицирующим раствором и водой.

Для обеспечения безопасной работы фильтра ВФД-4 необходимо следить за плотностью соединений шлангов и своевременно подтягивать уплотняющие хомуты. Работы по смазке трущихся частей дозатора и замене смазки должны проводиться при остановленных двигателях, при этом на пульте управления установки должна быть вывешена табличка «Не включать, работают люди».

Для обеспечения высокой степени осветления пива применяемые диатомитовый порошок и опорный картон должны быть высокого качества и отвечать требованиям действующих ТУ.

Диатомит, используемый в качестве фильтрующего порошка, должен соответствовать следующим требованиям.

Органолептические и физико-химические показатели диатомитового порошка

	Сорт А	Сорт Б
Внешний вид	Тонкий легкий порошок	
Цвет	Серый, желтый или розовый	
Запах	Без запаха	
Влажность, %, не более	1	4
Насыпная плотность, кг/м ³	450	370
Пористость, %, не менее	89	92
pH водной вытяжки	6—3	6—8
Влияние на цветность, запах и вкус сусла и пива	Не оказывает	
Содержание водорастворимых веществ, %, не более	1	1
Дисперсность		
остаток на сите № 0,1 (с ячейками 100×100 мкм), % мас., не более	6,0	4,0
содержание частиц размерами от 5 мкм, % мас., не более	20	58

	Сорт А	Сорт Б
Водопроницаемость, л/м ² в мин	170—500	50—100
Химический состав порошка, % мас.		
двуокись кремния, не менее	80	80
полухлорная окись алюминия, не более	5	5
полухлорная окись железа, не более	3	3
окись кальция, не более	2	2
окись магния, не более	2	2
окись калия и натрия, не более	4	4
Потери при прокаливании, %, не более	1	5

Фильтрующую способность диатомита проверяют на лабораторном фильтре, который может быть изготовлен по чертежам КБ НПО ПБП в условиях любого пивоваренного завода.

Лабораторный фильтр имеет площадь фильтрационной поверхности 0,006 м².

Опорный картон должен соответствовать следующим техническим показателям.

Технические показатели опорного картона

Толщина картона, мм	1,8—2,0
Сопротивление потоку воздуха при скорости 0,4 0,05 л/см ² в мин, МПа не более	0,4
Сопротивление продавливанию, МПа, не менее	
для картона до увлажнения	0,7
для влажного картона (после выдерживания в воде при температуре 20°С в течение 30 мин)	0,3
Влажность картона, %, не более	7

Листы картона должны иметь ровно обрезанные кромки. На поверхности листов картона не допускаются масляные пятна, дыры, крупные включения в виде песка и сучьев. Малозаметные дефекты допускаются, если масса листов с такими дефектами, определенная по ГОСТ 13525.5—68, не превышает 5%.

Картон должен транспортироваться в закрытых и чистых транспортных средствах в упакованном виде.

Картон хранят в закрытых складах, защищенным от воздействия атмосферных осадков и почвенной влаги.

Хранение картона совместно с химикатами воспрещается.

Картон выпускают в листах размером 600×1240 и 390×800 мм. Пределы отклонения по размерам не должны превышать ±5 мм.

Диатомитовые фильтры ВФД-25 и ВФД-50, разработанные КБ НПО ПБП, представляют собой более усовершенствованную конструкцию фильтра ВФД-4, имеют более высокую производительность и полностью автоматизированы.

Техническая характеристика фильтра ВФД-50

Производительность, дал/ч	1200
Площадь поверхности фильтрации, м ²	50
Число плит	73
Число рам	72
Максимальное рабочее давление, МПа	0,6
Рабочее давление воздуха, МПа	0,3

Потребляемая мощность электродвигателей, кВт	22
Напряжение сети, В	380
Питание цепи управления, В	36
Габаритные размеры, мм	8500×1200×1880
Масса, кг	3500

Расход материалов на фильтре ВФД-50 аналогичен расходу на фильтре ВФД-4.

Экономический эффект от внедрения фильтров в промышленность составляет для ВФД-4 — 3300 руб./год; ВФД-50 — 2500 руб./год.

НАМЫВНЫЕ ДИАТОМИТОВЫЕ ФИЛЬТРЫ ЗАРУБЕЖНЫХ ФИРМ

В последнее время для фильтрации пива в зарубежной практике пивоварения получают распространение установки, представляющие собой комбинацию из намывных диатомитовых и пластинчатых фильтров. Однако на ряде заводов, например в ФРГ, еще применяют двойную фильтрацию пива на рамных фильтрах с фильтровальной массой, считая, что толстая лепешка, состоящая из 2,5—3,0 кг хлопчатобумажной ткани и 3,0—5,0% мас. асбеста, обладает длительно действующей адсорбционной способностью, благодаря чему из пива значительно лучше удаляется остающаяся горечь, так называемый коричневый привкус и запах бочечного отстоя.

В ЧССР для фильтрации пива применяется установка, состоящая из патронного диатомитового и пластинчатого фильтров. Такие установки смонтированы на ряде заводов в нашей стране, оснащенных чехословацким оборудованием.

В качестве фильтрующего материала на пластинчатом фильтре применяют осветляющий картон, а на патронном фильтре — диатомит сорта А и Б Инзенского завода фильтровальных материалов и перлит, выпускаемый Мытищенским заводом стеновых и теплоизоляционных материалов.

Расход материалов (в г/дал): диатомит сорта А 4; сорта Б 16; перлит — 2.

Патронный вертикальный фильтр состоит из собственно фильтра, дозирующего устройства с насосом, насоса подачи продукта и системы трубопроводов с запорными кранами и контрольно-измерительными приборами.

Фильтр представляет собой цилиндрический резервуар, внутри которого вертикально закреплены фильтровальные элементы, называемые патронами. Патроны фильтра изготовлены из нержавеющей проволоки, спирально, с определенным шагом намотанной на полый перфорированный каркас. Сами патроны не обладают фильтрующим действием и служат лишь в качестве опоры для фильтровального порошка. Каждые 10—13 патронов соединены между собой посредством коллектора, который выходит через боковую стенку резервуара. С наружной стороны каждые два коллектора соединяются с общим сборным коллектором при помо-

щи трехходового крана. Для контроля работы каждой группы патронов после трехходового крана установлены смотровые стекла, позволяющие следить за качеством фильтрации.

Дозирующее устройство состоит из емкости и насоса-дозатора. Емкость предназначена для приготовления суспензии фильтровального порошка, оборудована мешалкой и герметически закрываемым люком для подачи порошка. На внутренней поверхности ее нанесены деления, по которым определяют количество воды при заполнении. На крышке смонтирован штуцер для подачи сжатого воздуха. Регулируемый мембранный насос-дозатор служит для подачи суспензии порошка во время фильтрования. Работа дозирующего устройства контролируется в смотровом окне. Смотровое окно, установленное на входной магистрали фильтра, служит для контроля за мутностью нефильтрованного пива.

На входной и отводящей магистралях фильтра установлены манометры. Рабочее давление определяется по манометру, смонтированному на входной магистрали.

Производительность продуктового насоса определяется по расходомеру.

Для нанесения предварительного слоя фильтровального порошка на патроны к фильтру подключается дополнительная емкость, которая дает возможность создать циркуляцию суспензии порошка по замкнутому циклу, что понижает расход воды, используемой для нанесения слоя.

Пластинчатый фильтр обычной конструкции состоит из пластин, между которыми зажимается осветляющий картон, используемый для 8—10 циклов фильтрования.

Установка работает следующим образом. Перед началом работы систему фильтров заполняют водой. Емкость дозатора заполняют водой на $1/3$ объема, а патронный фильтр — до тех пор, пока вода не начнет вытекать из крана, установленного в верхней части его. Одновременно готовят суспензию фильтровального порошка. Для этого в дозатор через люк наливают 280 л воды, включают мешалку и засыпают 27 кг перлита и 18 кг диатомита сорта А. После заполнения фильтра водой включают насос и прокачивают воду по замкнутому кругу. Затем в емкости дозатора создают давление воздуха 0,1—0,15 МПа и, выдавливая суспензию порошка из нее, наносят первый предслой порошка, при этом тщательно следят за тем, чтобы в фильтр не попал воздух.

Окончание нанесения предслоя определяется по отсутствию порошка в воде, проходящей мимо смотровых стекол.

После нанесения первого предслоя наносят второй предслой порошка, для чего открывают люк емкости дозатора, наливают 250 л воды, засыпают 42 кг диатомита сорта Б и закрывают люк. Затем в емкости создают давление 0,1—0,15 МПа и повторяют все операции так же, как и при нанесении первого предварительного слоя.

При нанесении слоев насос должен работать на максимальной производительности.

Фильтрацию ведут с непрерывным добавлением порошка в поток пива. Для этого в емкость дозатора через люк заливают 350 л воды и засыпают 70 кг диатомита сорта Б, включают дозирочный насос. Люк остается открытым в течение всего цикла фильтрации.

При нормальной работе дозирочного насоса в смотровом стекле фильтра четко видна впрыскиваемая порция суспензии порошка. Дозирование проводят в течение всего цикла фильтрации из расчета 15 г порошка на 1 дал пива.

Отфильтрованное пиво с патронного фильтра направляют на пластинчатый фильтр. Фильтрация на патронном фильтре ведут до тех пор, пока давление на входе в фильтр не достигнет 0,5 МПа, после чего фильтрацию прекращают.

Техническая характеристика фильтров

Патронный фильтр

Производительность, дал/ч	5000
Площадь фильтрации, м ²	53
Максимальное рабочее давление, МПа	0,5

Пластинчатый фильтр

Производительность, дал/ч	5000
Площадь фильтрации, м ²	100
Размер пластин, мм	800×800

Наряду с намывными патронными фильтрами для осветления пива применяют пластинчатые намывные фильтры. Конструкция этих фильтров и метод работы описаны в разделе «Современная техника осветления пивного сусла» (см. стр. 98).

Фирма «Seitz» (ФРГ) выпускает высокопроизводительный фильтр типа «Orion». Схема движения продукта в фильтре «Orion» показана на рис. 61. Этот фильтр может использоваться как намывной или как пластинчатый для предварительного или тонкого осветления. Фильтр можно применять для фильтрации малых и больших количеств пива. В первом случае специальной вставкой промежуточной пластины уменьшается не только площадь фильтрующей поверхности, но и объем фильтра.

Намывной фильтр «Orion» состоит из дозирующего устройства типа «Audos» (рис. 62) и рамного фильтра (рис. 63) с транспортом для перемещения отработавшего диатомита и мути.

Цикл работы фильтра длится две смены. Потери пива при фильтрации не превышают 0,4% об. В качестве намывного фильтр «Orion» работает с опорными слоями, что позволяет ему быть нечувствительным к колебаниям давления. Обратная промывка диатомитовых опорных слоев проводится в закрытом фильтре. Дозатор фильтра производит предварительное намывание слоя диатомита автоматически и кратковременно, в течение 5—10 мин. По окончании фильтрации массу диатомита и мути можно разгружать почти в сухом виде. От опорного слоя масса отделяется воздухом.

В качестве пластинчатого фильтр «Ogion-100» используется для осветления и стерилизации. Фильтрующие элементы его выполнены в виде перфорированных жестяных плит.

Расстояние между обеими перфорированными жестяными плитами одной фильтровальной пластины составляет 7 мм, что обеспечивает беспрепятственный приток и сток пива, делает возмож-

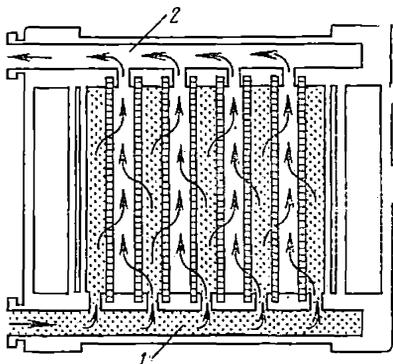
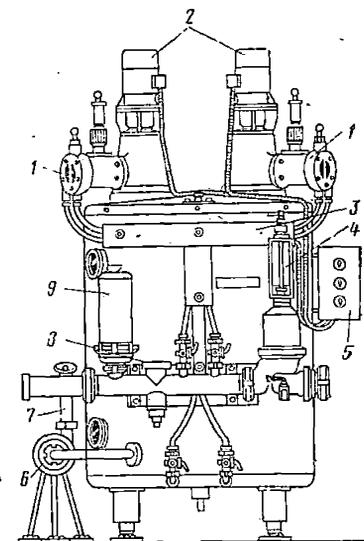


Рис. 61. Схема движения продукта в фильтре «Ogion-10»:

1—нефильтрованное пиво с диатомитом; 2—фильтрованное пиво.

Рис. 62. Схема дозатора «Audos-500»:

1—дозировочные насосы; 2—электродвигатели мешалок и дозировочных насосов; 3—смеситель; 4—расходомер; 5—распределительный щит; 6—насос предварительного намыва; 7—расходомер; 8—смотровое стекло; 9—воздушный ресивер.



ным ламинарное движение жидкости по фильтрующей поверхности, т. е. создает равномерную нагрузку фильтрующих слоев.

По окончании работы следует провести промывку фильтра в обратном направлении. При этом фильтрующие слои регенерируются сами. Единственные операции, выполняемые вручную, — это сборка и разборка фильтрующих элементов. Эта работа проводится примерно каждые 14 дней и сводится к навешиванию слоев картона размером 200×100 см на плиты или снятию их.

Для осветляющего и полирующего фильтрования пива фирма поставляет фильтрующую шихту Seitz-SSK, пригодную для отделения дрожжей. Она дает высокую производительность. Рекомендуемая поверхностная нагрузка 15 дал/ч на 1 м². Для полирующего фильтрования пива и частичного удаления микроорганизмов из пива фирма поставляет шихту Seitz-K10.

Фильтрующие шихты фирмы «Seitz» изготавливаются из целлюлозы высокой степени чистоты и тщательно приготовленного асбеста. Волокна целлюлозы образуют опорный скелет, в который вводится диатомит для увеличения внутренней поверхности и сорбционной емкости фильтрующих шихт.

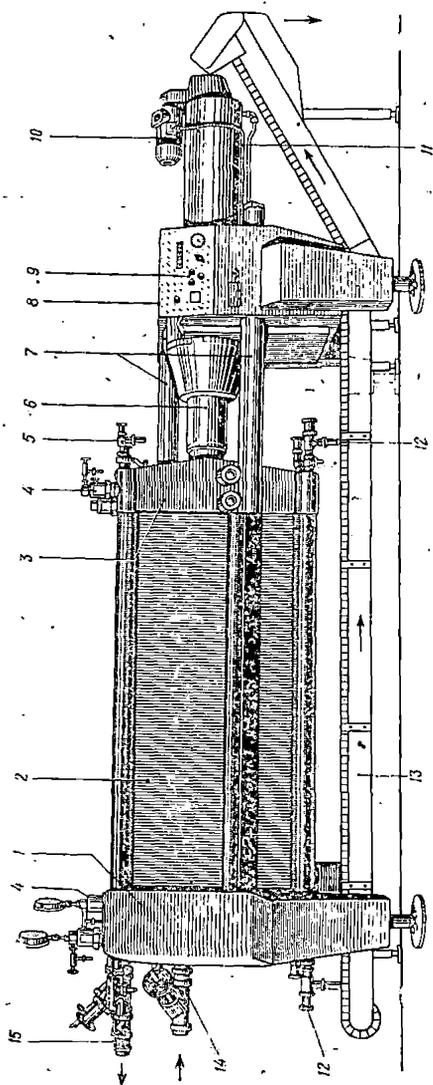


Рис. 63. Намывной фильтр «Ориол-100»:

1—неподвижная крышка фильтра; 2—фильтровальный пакет; 3—подвижная крышка фильтра; 4—смотровое стекло с вентиляционным клапаном; 5—вентиляционные клапаны; 6—гидравлический прибор; 7—несущие штанги; 8—трaverse фильтра; 9—руль управления; 10—электропривод; 11—гидравлический прибор; 12—рагрузочные клапаны; 13—транспорт для удаления отработанного фильтрата; 14—штуцер для входа нефилтрованного ила; 15—штуцер для выхода отфильтрованного ила.

Фильтровальные шихты фирмы «Seitz» глубинного типа, они являются лабиринтным пространственным ситом с бесчисленными разветвленными канавками. Подлежащий фильтрованию продукт протекает по этим путям столь медленно, что вещества, вызывающие помутнение, и микроорганизмы задерживаются. При фильтровании наряду с ситовой сепарацией действует адсорбционная сила сырых материалов, содержащихся в шихте.

Фильтры «Orion» выпускаются в различном исполнении, что зависит от размера пластин ($40 \div 60 \div 100 \div 200$).

Размер диатомитовой рамы, мм	1000×1000
Толщина рамы, мм	40
Масса рамы, кг	23
Максимальное рабочее давление, МПа	0,8

Производительность фильтра характеризуется количеством фильтрата, проходящего через 1 м^2 фильтрующей поверхности за 1 ч. Скорость фильтрации зависит от качества пива, давления, температуры фильтруемого пива, сопротивления фильтрующей перегородки.

Производительность фильтра при диатомитовой фильтрации составляет около 35 дал пива за 1 ч, а при слойной — около 15—16 дал.

При диатомитовой фильтрации фильтр работает аналогично намывному фильтру ВФД.

Особого внимания заслуживает новый диатомитовый турбо-фильтр типа «Seitz-Sirius», выпускаемый фирмой «Seitz». Этот стационарный камерный фильтр применяется для фильтрования вин, плодово-ягодных соков и пива. Фильтр изготовляется различных типоразмеров с площадью фильтрующей поверхности от 10 до 75 м^2 .

Отличительной особенностью фильтра «Sirius» являются горизонтально расположенные на центральной сборной оси круглые фильтрующие элементы. Равномерное устойчивое наращивание фильтровального осадка обеспечивается при различных условиях эксплуатации. При очистке фильтра муть с элементов сита удаляется центрифугированием. Смесь диатомита и мути выгружается в сухом состоянии.

Конструкция фильтра «Sirius» и способ его работы описаны выше. Следует отметить, что диатомитовые рамные фильтры «Seitz» требуют наличия специального опорного картона, на поверхность которого наносится фильтрующий порошок. Одним из недостатков фильтров фирмы «Seitz» является необходимость разборки фильтра для очистки.

Завод «Filtrox» акционерного общества St. Gallen (Швейцария) производит рамные намывные и слойные фильтры с фильтрующей поверхностью при слойной фильтрации $16,8$; $74,0$; 153 м^2 и при намывной фильтрации $11,2 \text{ м}^2$, $47,0$, $92,0 \text{ м}^2$ и камерные намывные фильтры с горизонтально расположенными фильтрующими элементами.

Техническая характеристика фильтров типа «Орион-100»

Диатомитовая фильтрация

Производительность, дал/ч	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
Тип фильтра	100/28	100/42	100/58	100/72	100/86	100/100	100/114	100/128	100/142
Число фильтровальных пластин	14	21	29	36	43	50	57	64	71
Число рам									
диатомитовых	13	20	28	35	42	49	56	63	70
концевых	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Площадь поверхности фильтрации, м ²	27,1	41	55,2	68,4	81,7	95	108,3	121,8	134,9
Масса фильтра, готового к эксплуатации, кг	6726	7445	8267	9086	9804	10703	10703	12321	13040

Пластинчатая фильтрация

Производительность, дал/ч	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
Тип фильтра	100/70	100/106	100/140	100/176	100/210	100/246	100/280	100/316	100/350
Число пластин фильтровальных	69	105	139	175	209	245	279	315	349
концевых	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Площадь поверхности фильтрации, м ²	66,5	100,7	133,0	167,2	199,5	233,7	266,0	300,2	332,5
Масса фильтра, готового к эксплуатации, кг	8413	10115	11628	13510	15103	16705	18318	20100	21613

Общие данные для диатомитовой и пластинчатой фильтрации

Размер пластин, мм	1000×1000
Толщина пластин, мм	13
Масса, кг	26
фильтровальной пластины	
концевой пластины	21

Камерный намывной фильтр «Filter-O-mat-104» выполнен из нержавеющей стали. Цилиндрический корпус фильтра снабжен механически снимающейся крышкой и смотровым стеклом. Чистка фильтра производится автоматически через каждые 5—10 мин путем гидравлической ротации элементов и разбрызгивания воды через подвижное устройство. Фильтр модели «Filter-O-mat 104/18» имеет площадь фильтрующей поверхности 16 м², а модели 104/32—27 м².

В США получили распространение вертикальные камерные намывные фильтры типа «Niagara», представляющие собой цилиндрический резервуар, внутри которого установлены съемные вертикальные сита. Фильтрующие рамки имеют четырехугольную форму и состоят из проволочного каркаса, обтянутого с двух сторон проволочной сеткой. В нижней части цилиндрического резервуара рамки соединяются муфтами с коллектором выпускного штуцера.

Фильтрующий слой намывается на поверхность сит. Цилиндрический резервуар фильтра снабжен крышкой, быстро и легко снимающейся с помощью специального приспособления.

В ряде стран широко распространены намывные фильтры типа «Hercules», «Gasquet» (Франция), «Victoria» фирмы «Padawan» (Италия), представляющие собой фильтрационную установку, состоящую из дозатора диатомита, горизонтального резервуара, в котором помещены вертикально установленные фильтрующие элементы, насосов и пульта управления. Все узлы фильтра смонтированы на одной раме. Техника фильтрации пива аналогична описанной выше для намывных фильтров.

Для очистки фильтра открывают крышку кожуха и вынимают фильтрующие элементы.

УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУНЕПРЕРЫВНОГО СБРАЖИВАНИЯ ПИВНОГО СУСЛА

На пивоваренном заводе «Вранік» (ЧССР) смонтирована установка для полунепрерывного сбраживания пивного сусла, работающая по методу «Schenk» с перекачиванием бродящего сусла в два танка и последующим доливом их несброженным суслом.

Установка для полунепрерывного брожения пивного сусла по способу «Schenk» состоит из пяти герметически закрытых, соединенных между собой вертикальных бродильных танков вместимостью по 2300 дал.

Первый бродильный танк установки является дрожжегенератором. Через 24 ч после начала брожения половина содержимого дрожжегенератора перекачивается диоксидом углерода в соседний танк и оба танка доливают свежим суслом. Затем первый бродильный танк оставляют в покое до конца брожения, а половину содержимого второго танка через 24 ч передают в третий танк и так далее. Через пять суток пиво из первого танка снимают с дрожжей и перекачивают на дображивание, а первый танк

заполняют новой порцией бродящего сусла из пятого танка. Чистую культуру дрожжей сменяют через каждые 26—28 сут. Продолжительность брожения по этому способу составляет 5 сут.

УСТАНОВКИ ДЛЯ УСКОРЕННОГО СБРАЖИВАНИЯ

Фирмы «Unibra», «Soberi S. A.» (Бельгия) разработали технологию ускоренного сбраживания пивного сусла и соответствующее оборудование для ее осуществления.

При производстве пива по ускоренному способу применяют 80% солода и 20% несоложенных материалов (обезжиренная кукурузная мука). Пивное сусло приготавливают обычным способом.

Осветленное на сепараторах (или без осветления) и охлажденное на пластинчатых теплообменниках до 10—11°С сусло направляют на брожение и дображивание в цилиндрикоконический аппарат вместимостью 5500 дал (рабочая вместимость аппарата 4500 дал). Аппарат заполняют следующим образом: сусло вводят снизу в два приема. Если температура сусла выше 10°С, то его охлаждают некоторое время в аппарате. В первую порцию сусла — 2100 дал — через стерилизующий фильтр подают воздух из расчета 3—4 г кислорода на 10 дал пива. После этого в аппарат вводят прессованные дрожжи из расчета 60 г/дал сусла (60 млн. клеток/мл).

Процесс разбраживания длится 1—2 сут. После разбраживания в аппарат добавляют остальные 2400 дал сусла.

Процесс брожения ведут по специально разработанному температурному режиму, приведенному на графике (рис. 64). В течение первых двух суток температуру сусла повышают до 14—14,5°С и поддерживают ее на этом уровне 2,5—3 сут. За этот период степень сбраживания экстракта сусла достигает 83—86% независимо от массовой доли сухих веществ в начальном сусле. В процессе брожения избыточное давление в аппарате не поддерживается. Образующийся при брожении диоксид углерода отводят через промывную трубу в гидрозатвор. По окончании главного брожения температуру пива резко снижают в конической части аппарата с 14 до 0—2°С. В это время происходит осаждение большей части дрожжей, которые выводят через штуцер в нижней

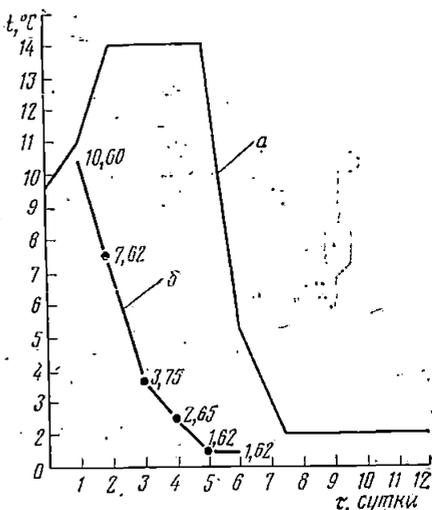


Рис. 64. График режима ускоренного сбраживания пивного сусла по способу «Unibra» и «Soberi S. A.»: а — температура, °С; б — массовая доля сухих веществ в сусле, %.

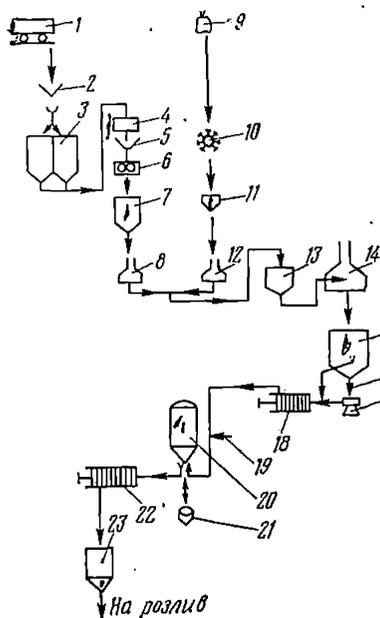


Рис. 65. Технологическая схема ускоренного сбраживания по способу «Unibra»:

1—солод; 2—весы; 3—силосы; 4—солодопильничная машина; 5—весы; 6, 7—установка для дробления увлажненного солода; 8, 12—заторные аппараты; 9—несоложенный материал; 10—дисковая дробилка; 11—бункер; 13—фильтрационная установка «Streinmaster»; 14—сусловарочный аппарат; 15—хмелецедильник; 16—выходная труба; 17—центрифуга; 18—теплообменник; 19—воздух для аэрации сусла; 20—цилиндрикоконический бродительный аппарат; 21—сборник для дрожжей; 22—диатомитовый фильтр; 23—емкость для хранения пива.

части аппарата. Охлажденное до 0—2° С и освобожденное от большей части дрожжей пиво выдерживают в этом же аппарате в течение 5 сут (зимой дольше, в зависимости от спроса), и в этот период (первые трое суток дображивания) пиво естественно насыщается CO₂ путем создания в аппарате избыточного давления 0,05 МПа за счет диоксида углерода брожения. После насыщения пива CO₂ через нижний шту-

цер конической части еще раз удаляют дрожжи и направляют их в алюминиевую емкость, снабженную рубашкой для охлаждения. Дрожжи не промывают и используют многократно в других цилиндрикоконических аппаратах. Избыточные дрожжи реализуют на сторону.

В последующие 2—3 дня дображивания проводят промывку пива через воздушный штуцер диоксидом углерода. Продолжительность брожения и дображивания пива составляет 10—12 дней.

По данным проф. Девре, в период дображивания происходят следующие процессы: в связи с высокой степенью сбраживания (83—86%) и резким охлаждением пива в конической части аппарата (0—2°С) происходят флокуляция дрожжей и оседание их на дно аппарата. В процессе 3-дневного оседания дрожжевые клетки потребляют основную часть образовавшегося диацетила, поэтому содержание его в конце 8-х суток брожения составляет 0,1%. Мелкие частицы белкового осадка, которые являются источником образования сероводорода, а также хмелевые смолы (дека) осаждаются на верхней незаполненной части аппарата и удаляются при мойке.

Готовое пиво фильтруют на намывном диатомитовом фильтре и направляют в сборник, где его выдерживают одни сутки. В сборнике фильтрованное пиво может быть дополнительно насыщено CO₂ до стандартного состояния.

Технологическая схема ускоренного сбраживания по способу «Unibra» приведена на рис. 65.

Фирма «Sobergi S. A.» построила пивоваренный завод производительностью 600 тыс. дал пива в год, работающий по ускоренному способу брожения пива.

По технологии, разработанной фирмой, приготовленное по классическому способу сусло охлаждают до 10—11°С, аэрируют, смешивают с дрожжами и направляют в цилиндрикоконические аппараты вместимостью 10000 дал. Дрожжи интенсивно смешивают с суслом быстро вращающейся мешалкой до получения суспензии, что значительно ускоряет процесс брожения. Брожение и дображивание сусла проводят по ускоренной технологии, как описано выше, осветляют и направляют на розлив.

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО БРОЖЕНИЯ И ДОБРАЖИВАНИЯ

Способ непрерывного брожения и дображивания пива, разработанный НПО ПБП, предусматривает соединение бродильных и лагерных танков в батарее, а последних — в линию непрерывного потока продукта при температурных режимах классической технологии. Длительность цикла непрерывной работы без остановки на мойку и дезинфекцию — два месяца.

Интенсификация процесса достигается за счет повышения физиологической активности дрожжей, сокращения стадии разбраживания и осветления молодого пива перед перекачкой на дображивание, некоторого увеличения концентрации дрожжей в бродящем сусле, перемешивания при непрерывном потоке жидкости и принудительного отделения части дрожжей от молодого пива.

Сущность способа состоит в перемещении с определенной скоростью бродящего сусла и молодого пива в системе скомуницированных между собой бродильных и лагерных танков при непрерывном притоке свежего сусла в головной танк и оттоке готового пива из последнего танка.

Требуемая концентрация дрожжей в бродящем сусле обеспечивается непрерывным поступлением дрожжевой разводки в головной танк системы из непрерывно действующего дрожжегенератора и дополнительного размножения дрожжей в танках брожения. Перед поступлением молодого пива на дображивание часть дрожжей отделяют на сепараторе.

Способ непрерывного брожения и дображивания предусматривает использование нестерильного сусла при условии предотвращения возможности проникновения инфекции.

Способ непрерывного брожения и дображивания пива с использованием существующего оборудования пивоваренных заводов позволяет сократить продолжительность процесса брожения с 7 до 4 сут, и дображивания с 21 до 10—15 сут, уменьшить удельную металлоемкость аппаратуры по сравнению с классическим способом в 1,3 раза и увеличить коэффициент использования производственной площади в 1,4 раза.

Принципиальная технологическая схема непрерывного брожения и дображивания пива, разработанная НПО ПБП, приведена на рис. 66.

Поступающее из варочного отделения осветленное сусло подается через питатель 1 на брожение и приготовление дрожжевой разводки.

Дрожжевая разводка непрерывно готовится в дрожжегенераторе 3, представляющем собой вертикальный цилиндрический сосуд с рубашкой, снабженный ротаметрами 2, фильтрами для

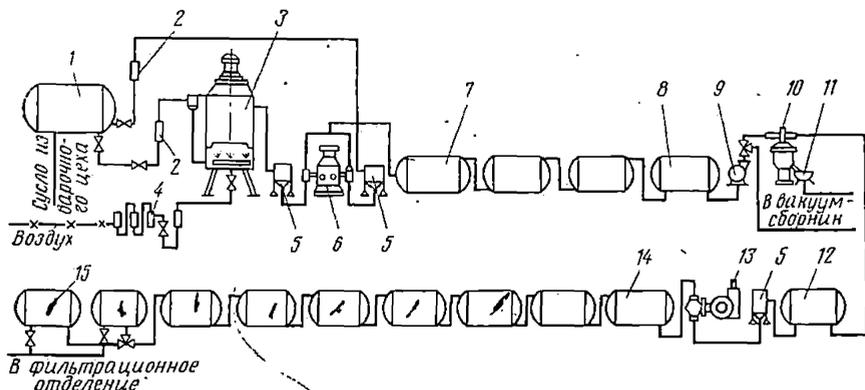


Рис. 66. Принципиальная технологическая схема непрерывного брожения и дображивания пива, разработанная НПО ПБП.

очистки воздуха 4 и системами для аэрации среды, пеногашения и поддержания уровня. Сушло из питателя 1 и дрожжевая разводка из дрожжегенератора 3 поступают в промежуточные баки постоянного уровня 5, откуда насосом-дозатором 6 в заданном соотношении сушло (92%) и дрожжевая разводка (8%) подаются в первый танк батареи главного брожения 7, состоящей из четырех танков. Концентрация дрожжевых клеток в первом танке батареи главного брожения поддерживается в пределах 70 млн./мл. Поступление продукта в танк предусмотрено снизу, а выход — сверху. Скорость потока бродящего сушла в танках 7 регулируется с помощью насоса-дозатора.

Продолжительность процесса главного брожения — 96 ч. Молодое пиво собирается в сборнике 8, откуда вихревым насосом 9 передается на герметизированный сепаратор 10 для отделения дрожжей. Отделенные дрожжи поступают в сборник для дрожжей 11.

Осветленное молодое пиво поступает в сборник 12 с средней концентрацией дрожжей 15 млн./мл, а затем насосом-дозатором 13 подается в первый танк батареи дображивания 14, состоящей из десяти танков. Танки соединяются между собой аналогично танкам батареи главного брожения. Продолжительность процесса дображивания — 240 ч. Скорость потока пива в танках дображи-

вания регулируется с помощью насоса-дозатора 13. Готовое пиво из последнего танка батареи дображивания поступает в один из двух попеременно работающих сборников 15, откуда передается на осветление и розлив.

Температурные режимы, продолжительность технологических операций, максимально допустимое время пребывания продукта в каждом аппарате и периодичность санитарной обработки оборудования приведены в табл. 6.

Таблица 6

Рекомендуемые режимы работы линии непрерывного брожения и дображивания пива

Оборудование	Температура продукта в аппарате, °С	Продолжительность технологической операции, ч	Периодичность санитарной обработки, сут
Дрожжегенератор	9—10	24	60
Танки батареи главного брожения	7—9	96	60
Танки батареи дображивания	1—2	240	60
Сборник неосветленного молодого пива	—	—	2
Сборник осветленного молодого пива	—	—	2

Годовая производительность линии непрерывного брожения или дображивания Жигулевского пива определяется по формуле

$$Q = \frac{nV_T}{4 \text{ (или 10)}} 0,9 \times 0,98 \times 330,$$

где Q — годовая производительность линии, дал/год;

n — число танков в батарее брожения;

V_T — геометрический объем бродильного танка, дал;

4 — продолжительность брожения, сут;

10 — продолжительность дображивания, сут;

0,9 — коэффициент заполнения танка;

0,98 — коэффициент, учитывающий потери молодого пива;

330 — число рабочих дней в году.

В качестве питателей линии непрерывного брожения и дображивания пива рекомендуется использовать имеющиеся на заводе бродильные танки. Объем питателя должен быть равен (или кратен) объему сусла, получаемого за одну варку. Для экономии площади целесообразно применять в качестве питателей вертикальные цилиндрические емкости со сферическими днищами.

Питатели должны быть изготовлены из алюминиевых сплавов или нержавеющей стали и выдерживать внутреннее избыточное давление до 0,07 МПа.

Дрожжегенератор типа ВДН (рис. 67) представляет собой цилиндрический вертикальный сосуд с плоским съемным днищем и конической крышкой.

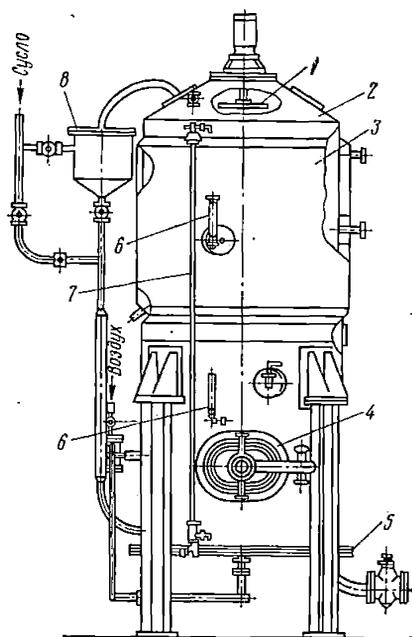


Рис. 67. Дрожжегенератор типа ВДН:

1—пенוגаситель; 2—коническая крышка; 3—цилиндрический корпус аппарата; 4—люк; 5—съемное дноце; 6—термометр; 7—указатель уровня; 8—поплавковый регулятор уровня.

Аппарат снабжен устройством для аэрации среды в виде трубчатого барботера с обращенными вниз отверстиями $\varnothing 0,6$ мм, располагающегося в нижней части корпуса. Воздух для аэрации очищается в специальных фильтрах, входящих в комплект дрожжегенератора.

В верхней части аппарата располагается устройство для пеногашения, состоящее из быстровращающегося горизонтального диска с лопастями. Для поддержания постоянного уровня жидкости в дрожжегенераторе предусмотрен поплавковый регулятор, установленный в выносном бачке, закрепленном на корпусе аппарата.

Сусло вводится в нижнюю часть аппарата через поплавковый регулятор, готовая дрожжевая разводка выходит через верхний штуцер, расположенный на 100—200 мм ниже уровня жидкости. Чистая культура дрожжей вводится в аппарат один раз в 2 мес.

Техническая характеристика дрожжегенераторов

	ВДН/1	ВДН-600	ВДН-800	ВДН-400
Производительность, дал				
в сут	175	240	380	763
в ч	7,3	10,0	15,8	31,8
Объем аппарата, м ³				
геометрический	2,25	2,75	4,00	10,00
рабочий	1,75	2,4	3,8	7,63
Габаритные размеры, мм				
внутренний диаметр	1000	1200	1400	2000
высота цилиндрической части	2730	2450	2490	3600
общая высота	3530	3615	3665	4400
Масса, кг	930	1000	1391	1800

Расход воздуха на аэрацию среды в дрожжегенераторе составляет 2 л/ч на 1 л рабочей вместимости аппарата.

Для дозирования сусла и дрожжевой разводки применяют выпускаемые заводом «Ригахиммаш» насосы-дозаторы типа 2ДА с двумя гидроцилиндрами, один из которых предназначен для дозирования сусла, а другой — дрожжевой разводки.

При оборудовании двух или трех параллельно работающих батарей главного брожения устанавливают соответственно два или три насоса-дозатора типа 2ДА. Для сокращения числа насосов допускается установка одного насоса 4ДА для обслуживания двух батарей или одного насоса 6ДА для обслуживания трех батарей главного брожения.

Производительность насоса-дозатора для молодого пива в батарее дображивания подбирается из расчета времени пребывания в ней продукта с момента поступления в первый танк до выхода готового пива из последнего танка 10 сут.

Для подачи молодого пива в батарею дображивания используют насос типа НД завода «Ригахиммаш». При нескольких параллельно работающих батареях дображивания на каждую батарею устанавливают по одному насосу НД. Число насосов может быть сокращено при использовании многоцилиндрового насоса-дозатора типа ДА, обеспечивающего подачу молодого пива каждым цилиндром насоса на отдельную батарею дображивания.

Промежуточный бачок постоянного уровня предназначен для обеспечения нормальной работы насосов-дозаторов и представляет собой выполненную из нержавеющей стали емкость с поплавковым регулятором уровня, изготавливается по чертежам КБ НПО ПБП.

Батареи главного брожения пива коммуницируют из имеющихся на заводе бродительных танков. Каждый танк оборудуют обводной магистралью для отключения от батареи при дезинфекции.

Сборник молодого пива служит буферной емкостью, куда поступает пиво из последнего танка батареи главного брожения, а затем направляется на осветление. В качестве сборника используют бродительный танк. Объем сборника должен соответствовать объему танка батареи главного брожения. Для перекачивания молодого пива из сборника на сепаратор применяют винтовые друклегалеры или вихревые насосы. Сепараторы для осветления молодого пива должны быть герметизированы во избежание потерь диоксида углерода.

В помещениях, где размещаются питатели, дрожжегенераторы, батареи главного брожения и сборники неосветленного молодого пива, должна поддерживаться температура не выше 5—6°C, а в помещениях, где размещаются сборники осветленного молодого пива, батареи дображивания и сборники готового неосветленного пива, — температура не выше 1—2°C.

Помещения должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией и отвечать требованиям санитарных норм, предъявляемых к технологическим цехам пивоваренных заводов.

Для соблюдения микробиологической чистоты перед пуском линий и окончанием каждого двухмесячного цикла работы необходимо проводить тщательную мойку и дезинфекцию коммуникаций с последующим смывом дезинфектанта.

Мойка проводится щелочным раствором и холодной водопроводной водой, а дезинфекция — раствором катапина или другим дезинфектантом.

Для мойки и дезинфекции коммуникаций и смыва дезинфектанта водой должны использоваться обводные линии с трехходовыми и проходными кранами, позволяющие проводить мойку и дезинфекцию любого участка трубопроводов без прекращения работы технологической линии. Дезинфектант подается из стационарно установленного или передвижного бачка под давлением воздуха или с помощью насоса.

Бродильные и лагерные танки следует дезинфицировать с помощью моющих головок, а при отсутствии их — путем разбрызгивания дезинфектанта под давлением воздуха из передвижного бачка.

УСТАНОВКИ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО БРОЖЕНИЯ И ДОБРАЖИВАНИЯ ПИВА ЗАРУБЕЖНЫХ ФИРМ

Установка для непрерывного брожения пива фирмы «Nordton Diebold». Этой фирмой в г. Нанси (Франция) построен пивоваренный завод, сбраживающий пиво непрерывным способом по методу Ле Франсуа.

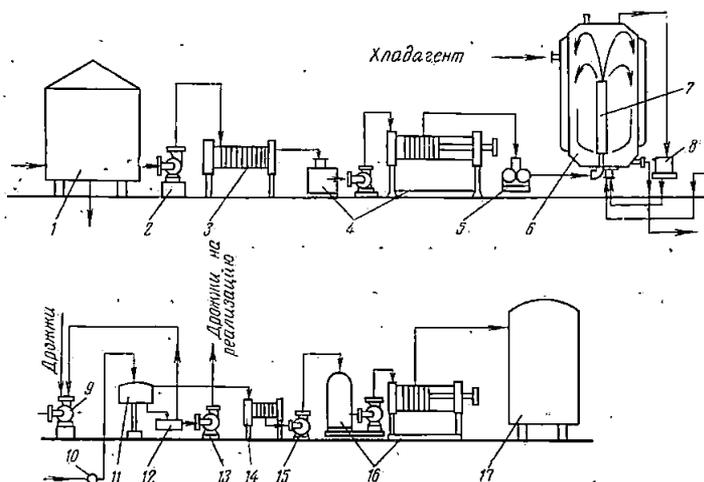


Рис. 68. Технологическая схема непрерывного брожения пива по методу Ле Франсуа.

Технологической схемой предусматриваются значительная интенсификация процесса брожения, автоматизация процесса брожения, сокращение производственных площадей.

Технологическая схема непрерывного брожения по методу Ле Франсуа представлена на рис. 68.

Горячее сусло из хмелецедильника поступает в отстойник 1, который работает по принципу гидроциклона, и благодаря тан-

генциальному движению внутри аппарата сусло осветляется, при этом температура его до конца осветления должна быть не ниже 80°C. После 20-минутной выдержки сусла в покое его передают насосом 2 на пластинчатый теплообменник 3, где охлаждают до 5°C, а затем на намывной фильтр 4. Фильтрация охлажденного сусла до брожения помогает избежать гибели дрожжей и способствует ускорению брожения. Охлажденное и отфильтрованное сусло автоматическим питателем 5 подается в нижнюю часть бродильного аппарата 6, куда также поступает (инжектируется) диоксид углерода брожения, нагнетаемый насосом 8. В этот момент насосом 9 вводят в сусло пивные дрожжи из расчета 0,1 л на 1 дал сусла. Здесь всей массе сусла, находящейся в стадии брожения, сообщается быстрая циркуляция за счет инъекции CO₂ и установки цилиндра 7 в центре бродильного аппарата, по которому сусло, превращенное в эмульсию, в виде пены поднимается в центре аппарата.

Исследованиями фирмы установлено, что это сусло находится в виде молекулярной пленки толщиной менее 10 мкм и занимает очень большую поверхность. Так, 1 л сусла занимает площадь, превышающую 100 м². В этих условиях создается молекулярно-фазовый контакт дрожжевых клеток с сахарами сусла, в результате чего брожение протекает весьма интенсивно. Сбраживание необходимого количества экстракта заканчивается к моменту, когда сусло достигает верхней части аппарата. Здесь бродящая масса (эмульсия) разливается горизонтально и опускается вниз по стенке аппарата. Брожение протекает под давлением 0,1 МПа при температуре 10°C и продолжается около суток.

Пиво, находясь под давлением CO₂, подвергается естественной сатурации.

Установлено, что вещества, обуславливающие вкус и букет молодого пива, в условиях анаэробнообразования образуются в весьма незначительных количествах. Эти вещества удаляются в процессе брожения путем промывания пива током CO₂, который обновляется непрерывно.

Эти процессы заменяют длительную выдержку пива в танках и позволяют выпускать пиво из бродильного аппарата без выдержки его для дображивания.

Температура бродящей массы регулируется автоматически подачей рассола или холодной воды в рубашку бродильного чана.

При необходимости остановки процесса брожения пользуются снижением температуры и поднятием уровня жидкости в бродильном чане.

Сброженное сусло — молодое пиво — выводится из нижней части бродильного аппарата и автоматом-датчиком 10 передается на дрожжевой сепаратор 11, где дрожжи отделяются и поступают в сборник для дрожжей 12. Маточные дрожжи насосом 9 передаются в бродильный аппарат для следующей генерации, а излишек дрожжей насосом 13 передается на реализацию.

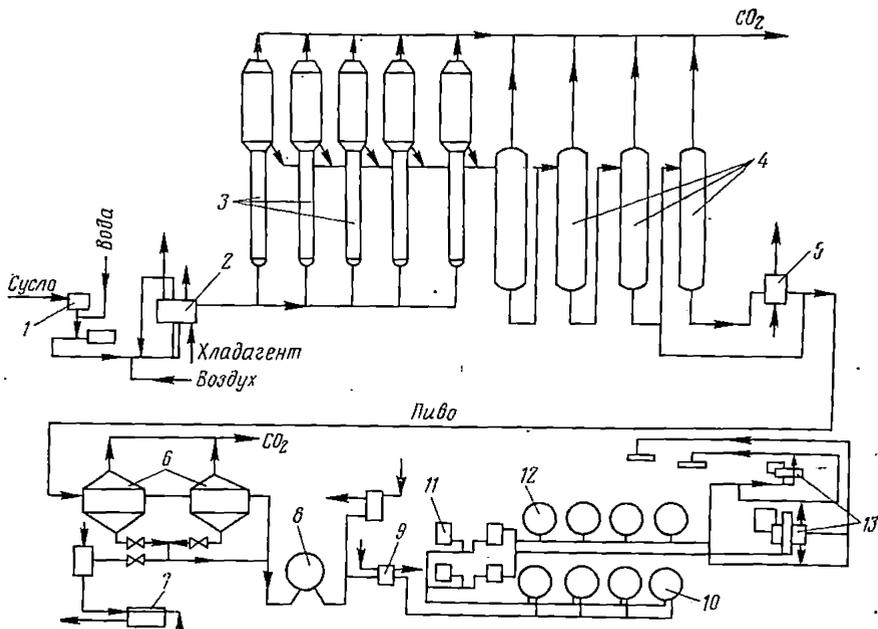


Рис. 69. Технологическая схема непрерывного брожения и дображивания пива системы APV.

Пиво после дрожжевого аппарата поступает в теплообменник 14, где охлаждается до 0°C , и далее насосом для пива 15 передается на диатомитовый фильтр 16.

Отфильтрованное пиво поступает в резервуар 17 для готового к розливу пива.

Установка для непрерывного брожения и дображивания пива по системе APV (Англия).

Фирмой APV построено несколько пивоваренных заводов с непрерывной схемой брожения и дображивания пива. Сбраживание пивного сусла по этой схеме проводится в башенных бродильных чанах. Непрерывное брожение по системе APV представляет собой совершенно новое решение этой задачи. Применение башенных бродильных аппаратов значительно интенсифицирует процесс брожения сусла. Высокая концентрация дрожжей в сусле (250 г/л) обеспечивает сбраживание сусла за 4—8 ч при температуре брожения 15°C .

Технологическая схема непрерывного брожения и дображивания пива по системе APV приведена на рис. 69. Брожение протекает в пяти башенных бродильных аппаратах 3, для чего сусло, пройдя автоматический плотномер 1, снабженный устройством для корректировки массовой доли сухих веществ в сусле посредством добавления в него воды, и пастеризатор 2, подвергается аэрации и при температуре 15°C поступает в нижнюю часть башенного бродильного аппарата 3. Сусло в бродильных аппаратах

поднимается вверх, смешиваясь с хлопьевидными дрожжами, находящимися во взвешенном состоянии в виде суспензии. В верхней расширенной части башни зеленое пиво частично отделяется от дрожжей, которые стекают обратно в активную зону брожения и направляются в дрожжевой сепаратор, расположенный в верхней части башенного бродильного аппарата. Тепло, выделяющееся при брожении, удаляется с помощью хладагента, который вводят в рубашку бродильного аппарата. Внутри башни устроены перфорированные перегородки, способствующие перемешиванию сусла и поддерживающие дрожжи во взвешенном состоянии. Молодое пиво, выходящее из сепаратора, охлаждается и направляется на батарею вертикальных конденсаторов 4 для дображивания. Пройдя последовательно всю батарею, пиво поступает на холодильный 5, а затем направляется в конический сосуд 6 для осаждения дрожжей. Дрожжи из осадителя отводятся в его нижней части и поступают в пресс 7, а пиво непрерывно поступает в танк дображивания 8, откуда передается в сатуратор 9 для дополнительного насыщения CO_2 . Из сатуратора пиво направляется в танки 10 нефильтрованного пива. Затем пиво фильтруют на намывном фильтре 11, охлаждают и передают в танки 12, где его выдерживают под давлением CO_2 . Перед розливом пиво вторично фильтруют, передают на пастеризатор 13, охлаждают и направляют на розлив.

СЕПАРАТОРЫ ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ ПИВА

В настоящее время для осветления пива применяют отечественные сепараторы марок ВСС-2, ВСС-2М, ВПО, ВСП, А1-ВСО.

Сепараторы ВСС-2М и А1-ВСО используют для осветления молодого пива, содержащего большое количество дрожжевых клеток (до 100 млн./мл). Сепараторы герметизированы с целью предотвращения потерь CO_2 . Они имеют пульсирующую выгрузку осадка. Сепаратор ВСС-2М выпускает Плавский машиностроительный завод «Смычка». Производительность его 600—700 дал/ч.

Техническая характеристика сепараторов

Назначение	ВСС-2	ВПО	ВСП	А1-ВСО
	Осветление сусла 10000—14000*	Осветление пива		
Производительность, л/ч	5000**	4500	3000	6000—8500
Частота вращения барабана, об/мин	5000	5000	4440	5000
Диаметр барабана, мм	600	610	630	610
Число тарелок в барабане	130	200	193	130—149
Угол наклона тарелок, град	50	50	50	50
Межтарелочный зазор, мм	0,5	0,4	0,4	0,5

* На отстоенном сусле.

** На неотстоенном сусле.

	ВСС-2	ВПО	ВСП	АГ-ВСО
Объем шламowego пространства, л	16	—	—	—
Диаметр образующей тарелки, мм				
максимальный	—	480	478	—
минимальный	—	160	202	—
Электродвигатель				
мощность, кВт	13	17	13	15
частота вращения, об/мин	1450	1460	1450	1500
Габариты сепаратора, мм				
длина	1450	1320	1370	1260
ширина	1050	1170	1170	950
высота	1550	1720	1680	1680
Масса, кг	1400	1615	1600	1420

Для осветления молодого пива могут быть также использованы импортные сепараторы, например типа BRX-213H фирмы «Alfa-Laval».

Сепарация пива проводится под давлением до 0,3 МПа на сепараторах типа ВСС и 0,5 МПа на сепараторах типа BRX и АГ-ВСО. Для предотвращения вспенивания осветленного молодого пива перед вводом его в танк необходимо установить регулятор, поддерживающий давление 0,07—0,09 МПа в магистрали после сепаратора.

Рационально устанавливать сепараторы в дрожжевом отделении и для обслуживания смонтировать над ними монорельс с тельфером или талью грузоподъемностью 500 кг. Кроме того, следует предусмотреть установку ванны для мойки частей сепаратора.

Плавский машиностроительный завод «Смычка» выпускает также герметизированный сепаратор ВСП для осветления пива. Производительность сепаратора ВСП—300 дал/ч, частота вращения 4400 об/мин, производительность марки ВПО 600,0 дал/ч, частота вращения 5000 об/мин.

В процессе работы сепараторов создается напор, достаточный для подачи пива на фильтр и преодоления его сопротивления.

В настоящее время на многих отечественных пивоваренных заводах для фильтрации пива применяются многотарелочные сепараторы фирм «Alfa-Laval» (Швеция) и «Westfalia» (ФРГ). Высокая степень герметизации сепараторов предотвращает окисление пива и потери CO₂ в нем при осветлении.

Техническая характеристика сепараторов

Тип сепаратора	„Westfalia“		„Alfa-Laval“	
	KL-8004	KL-10006	BRH-30H	BRH-409-30H
Максимальная производительность, дал/ч	250—300	500—1000	600—1000	150—300
при работе без фильтра	250—300	500—1000	600—1000	150—300
при работе с фильтром	600	1500—2000	1500—2000	600—750
Частота вращения барабана, об/мин	6500	5000	5000	5000

ТЕХНОЛОГИЯ КОНЦЕНТРАТА СУСЛА И ПИВА

В некоторых зарубежных странах (Австрия, Англия, Дания, США, ФРГ, ЧССР и др.) при приготовлении пива используют различные концентраты, экстракты, сиропы, полученные из ячменного солода (диастатический мальцэкстракт) или из несоложенных материалов (маниоки, кукурузы, пшеницы и др. — недиастатический мальцэкстракт), которые выпускаются в жидком виде или в виде сухого порошка.

Во многих странах (Швейцария, ГДР, ЧССР, США и др.) мальцэкстракт выпускают с добавками различных ингредиентов и широко применяют его как диетический продукт и препарат лечебного питания.

Применение концентрата сусла или концентрата пива для производства пива позволяет резко сократить капиталовложения в эту отрасль, так как при этом отпадает необходимость строительства многочисленных солодовен и варочных цехов, кроме того, значительно сокращаются расходы на транспортировку и хранение зерна, поскольку строительство заводов по производству концентратов должно вестись в районах произрастания сырья, а перевозка концентратов требует значительно меньших затрат.

Концентраты могут быть использованы в качестве добавки вместо несоложенного сырья в процессе приготовления сусла обычным способом.

Сусло и пиво концентрируют не только под вакуумом, но и методом сублимации с последующим отделением маточного сиропа центрифугированием, однако последний способ не получил большого распространения.

Сусло для концентратов готовят из различного сырья: солода, смеси солода с ячменем; смеси сухого и свежепоросшего солодов с ячменем и с добавлением специально ароматизированного солода, ячменя, кукурузы, пшеницы, маниоки и др., с применением различных ферментных препаратов микробного происхождения, содержащих α -амилазу, протеиназу, целлюлазу и β -глюконазу.

В нашей стране на ряде пивоваренных заводов также была освоена технология мальцэкстракта. Длительное время этот продукт выпускался на Московском и Харьковском пивоваренных заводах. В настоящее время мальцэкстракт производится на Ильгеевском пивоваренном заводе МПП Латвийской ССР и используется для изготовления витаминизированного экстракта и национальных высокопитательных напитков (напиток «Здоровье», Рижский солодовый напиток, Ильгеевское темное пиво).

На Елецком пивоваренном заводе организовано производство порошкообразного концентрата пивного сусла в количестве 90 т в год.

Концентрат готовят из пивного сусла методом распылительной сушки под вакуумом. Влажность готового концентрата 3—6% мас. Потери экстрактивных веществ при получении концентрата не превышают 5% мас.

В НПО ПБП разработана технология концентрата пивного сусла из ячменя и свежепросоженного солода с применением ферментных препаратов, а также ячменного сиропа из ячменя и ферментных препаратов.

Концентрат пивного сусла представляет собой продукт, получаемый затиранием с водой свежепросоженного ячменного солода, ячменной, кукурузной или рисовой муки с ферментным препаратом, с последующим осахариванием сусла, осветлением и сгущением в многокорпусном вакуум-выпарном аппарате.

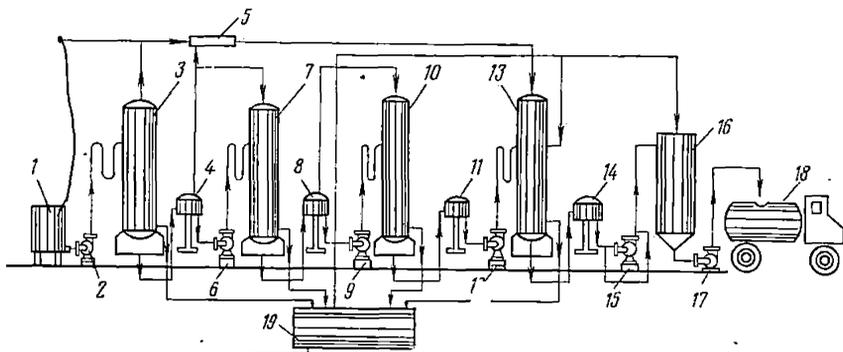


Рис. 70. Технологическая схема получения концентрата пивного сусла по системе «Konbru».

Концентрат пивного сусла предназначен для изготовления пива в производственных условиях, но с успехом может быть использован и в домашних условиях.

По внешнему виду концентрат представляет собой вязкую густую жидкость темно-коричневого цвета, кисло-сладкую на вкус и обладающую солодово-хмелевым ароматом.

Концентрат содержит 75% мас. сухих веществ, полностью растворяется в воде и имеет кислотность 12,4 мл. н. раствора NaOH на 100 г.

Фирма «Canadien Brewers Ltd» (Канада) разработала технологию производства концентрата пивного сусла «Konbru» из охмеленного или неохмеленного сусла. В процессе упаривания окраска сусла и значение pH незначительно увеличиваются, остальные показатели не изменяются.

Пивное сусло упаривают до содержания в нем не менее 70% сухих веществ, что обеспечивает длительное хранение его без изменения физико-химических показателей.

Технологическая схема получения концентрата пивного сусла по системе «Konbru» с использованием установки «APV» (Англия) приведена на рис. 70.

Основные узлы установки: четырехкорпусный выпарной аппарат, теплообменник, термокомпрессор, насосы, сепараторы и промежуточный сборник.

Сусло с долей сухих веществ 12% мас. подается из хранилища в промежуточный сборник 1, откуда центробежным насосом 2 перекачивается в первый корпус выпарного аппарата 3. Выходящая из него смесь жидкости и пара поступает на сепаратор 4, разделяющий жидкость и пар, после чего жидкость насосом 6 подается во второй корпус 7 выпарного аппарата, а пар разделяется на два потока. Один поток, пройдя через термокомпрессор 5, поступает в паровую магистраль второго корпуса. Сепаратор 8 разделяет жидкость и пар, выходящие из второго корпуса. Жидкость насосом 9 подается в третий корпус 10, который обогревается паром, отделенным сепаратором 8. Выходящая из третьего корпуса смесь жидкости и пара разделяется сепаратором 11, после чего часть жидкости насосом 12 перекачивается в последний корпус 13, обогреваемый паром из термокомпрессора 5, а оставшая жидкость возвращается в третий корпус, пополняя поступающий сюда поток жидкости. Пар, отделенный сепаратором 11, имеет слишком низкую температуру для дальнейшего использования и поступает в теплообменник 19 для конденсации. Концентрированное сусло после отделения от него пара сепаратором 14 перекачивается насосом 15 в сборный танк 16, откуда насосом 17 передается в транспортный контейнер 18. Концентрат пивного сусла упаривается до содержания в нем сухих веществ не менее 80% мас.

Австрийская фирма «Schwechat» разработала технологию и начала производство концентрата пивного сусла «Вітах». Этот концентрат представляет собой сброженное концентрированное пивное сусло, смешанное со спиртом. Для приготовления пива концентрат разводят газированной водой, смесь разливают в бутылки и пастеризуют.

Наряду с производством концентрата схема предусматривает изготовление хлебопекарных дрожжей.

Исходным сырьем для производства концентрата пива «Вітах» являются ячмень, кукуруза, ячменный солод, хмель, дрожжи, спирт этиловый, ферментные препараты бактериальной амиллазы и протеиназы.

Концентрат пива «Вітах» готовят путем затирания с водой ячменя и кукурузы с применением ферментных препаратов и ячменного солода с последующим осахариванием, осветлением и сгущением сусла, получением из смеси несоложеных материалов, сбраживанием его, купажированием охмеленного солодового сусла с концентрированным суслom, полученным из несоложеных материалов, сбраживанием смеси сусел и добавлением спирта в сброженное концентрированное сусло.

Концентрат пивного сусла «Вітах» предназначается для приготовления пива как в производственных, так и в домашних условиях. Он представляет собой вязкую густую жидкость светло-коричневого цвета, имеющую кисло-сладкий вкус с оттенком спирта и хмеля и солодово-хмелевой аромат, и полностью растворимую в воде.

Содержание сухих веществ в концентрате 60% мас., этилового спирта 20% мас., кислотность — 11 мл н. раствора NaOH на 100 г концентрата.

В соответствии с технологической схемой производства концентрата (рис. 71) дробленный на молотковой дробилке ячмень и молотая кукуруза поступают в бункера 1 и 2, откуда в соотношении 1:1 сырье передается в аппарат 3, куда предварительно заливается вода, для затирания. Процесс затирания продолжается 30 мин при температуре 50°C. Затем смесь насосом 4 перекачивается в смесители 5, где подвергается обработке паром при давлении 0,5 МПа и нагреву до 140°C.

Из смесителя нагретая масса, пройдя развариватель 6, представляющий собой змеевик, выполненный из труб, изготовленных из нержавеющей стали, через регулируемое диафрагмой 7 отверстие поступает при температуре 135°C в расширительный сосуд 8, где выдерживается в течение 3 мин. Выделяющиеся при этом водяные пары отводятся через патрубок в верхней части расширителя, проходят конденсатор 9 и в виде конденсата сбрасываются в отводящую магистраль. Разваренная масса насосом 10 передается в аппарат 11 для осахаривания. Осахаривание проводится с применением препаратов бактериальной амилазы и протеиназы (1-й вариант) или ячменного солода (2-й вариант). Степень осахаривания определяется окраской с йодом. Заторная масса насосом 12 передается на горизонтальную саморазгружающуюся центрифугу «Alfa-Laval» 13, где происходит отделение дробины от сусла и промывка ее.

Затем фильтрат поступает на сепаратор «Alfa-Laval» 14, где происходит окончательное осветление сусла с отделением белковых взвесей.

Осветленное сусло, доля сухих веществ в котором составляет 16% мас., направляют в сборник 15, откуда его насосом 16 перекачивают в автоцистерны 17 и доставляют на дрожжевой завод, расположенный в нескольких километрах от пивоваренного завода, выпускающего концентрат «Vimax». На дрожжевом заводе сусло поступает в верхнюю часть выпарного аппарата 18 противоточного типа, а в нижнюю часть его подается пар. Процесс выпарки длится несколько секунд. Выпарная установка состоит из трех колонн, установленных последовательно. Остаточное давление в последней колонне достигает 0,07 МПа. Часть уваренного до содержания сухих веществ 60% мас. сусла направляется в сборник 19, откуда затем поступает в дрожжерастильный аппарат 20, где смешивается с водой, разводкой дрожжей и стимуляторами роста дрожжей (диаммонийфосфат, хлорид калия, сульфат магния, аммиачная вода, серная кислота), поступающими из сборников 21.

В процессе дрожжегенерирования в дрожжерастильный аппарат подается воздух в количестве 30—40 м³ на 1 м³ среды, при этом контролируется содержание в среде спирта, которое не должно превышать 0,1% об. Процесс дрожжегенерирования длится

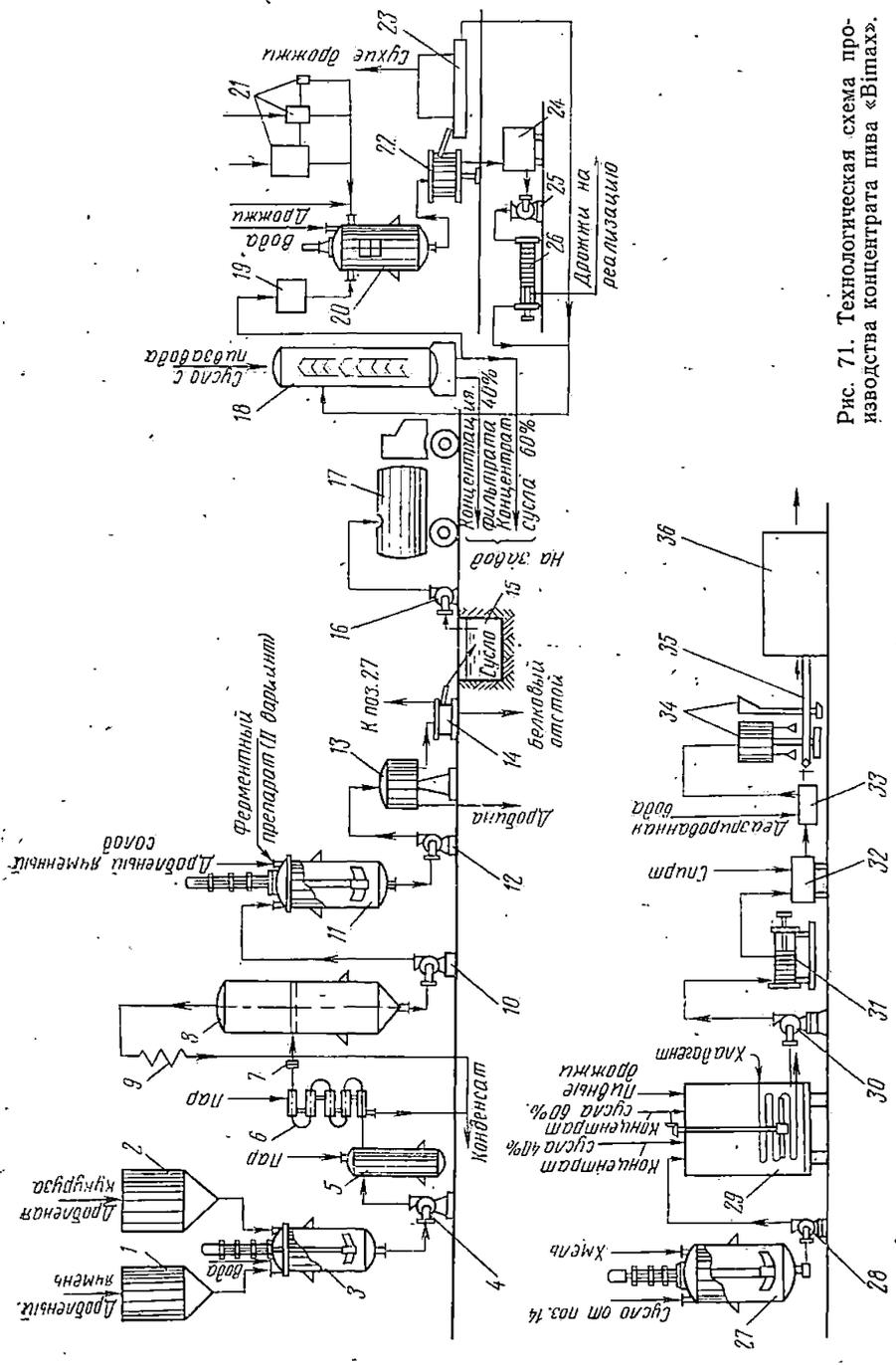


Рис. 71. Технологическая схема производства концентрата пива «Вітах».

12 ч при температуре 28—30°C, после чего биомасса дрожжей поступает на сепаратор «Alfa-Laval» 22, где происходит отделение дрожжей от сброженного сусла. Жидкие дрожжи поступают на вакуум-фильтр 23. Дрожжи реализуют, а фильтрат сброженного сусла с сепаратора направляют в сборник 24, где при помощи окиси кремния адсорбируются посторонние примеси, после чего его насосом 25 передают на диатомитовый фильтр 26. Затем отфильтрованное сусло смешивают с фильтратом сброженного сусла, отходящим от вакуум-фильтра, и смесь, содержащая сухих веществ 15—16% мас., вновь поступает на выпарной аппарат, где уваривается до 40%-ного содержания сухих веществ.

Для приготовления солодового сусла из ячменного солода (2-й вариант) последний дробят, вносят в аппарат 11 для осахаривания, затем насосом 12 передают на центрифугу 13, где дробина отделяется от сусла. Мутное сусло после этого поступает на сепаратор 14, где отделяются белковые взвеси, а осветленное сусло с содержанием сухих веществ 18% мас. передается в суслотарочный аппарат 27, куда вводят хмель в соотношении 1 кг хмеля на 1 кг сусла (для охмеления сусла из несоложенных материалов). Сусло кипятят в течение 1,5 ч и насосом 28 передают в бродительный аппарат 29, куда одновременно вводят концентрат сусла, содержащий сухих веществ 60 и 40% мас., и пивные дрожжи в количестве 2 кг на 10 дал сусла. Соотношение концентратов из несоложенного сырья и солодового сусла (18% мас.) соответственно 4:1. После тщательного перемешивания сусло сбраживают при температуре 25°C в течение 3—4 сут до накопления 4% об. алкоголя. По окончании процесса брожения сусло охлаждают до температуры 10°C, при этом дрожжи оседают, сусло снимают с дрожжевого осадка и насосом 30 передают на фильтр 31. Отфильтрованный концентрат (сброженное сусло) затем поступает в сборник 32, где смешивается с этиловым спиртом в соотношении 4000 г концентрата и 1150 мл спирта 96% об., в результате чего получается готовый концентрат пива «Vimax».

Для приготовления пива концентрат «Vimax» и воду дозаторами направляют в синхронно-смесительную установку 33, откуда готовое пиво поступает на разливочно-укупорочный блок 34 для розлива в бутылки. Далее бутылки с пивом транспортером 35 передают в пастеризатор 36 и на реализацию.

Фирма «Naarden» (Нидерланды) разработала технологию получения сиропа из ячменя с помощью ферментных препаратов. Для этого ячмень смешивают с водой температурой 30—50°C с таким расчетом, чтобы содержание сухих веществ в заторе составляло 25—50%. В затор добавляют ферментный препарат, содержащий целлюлазу, гемицеллюлазу, протеиназу и α -амилазу, и pH раствора доводят до 4—7. Затор выдерживают при 50—60°C для разрушения гемицеллюлозы и белка, затем повышают температуру до 86—88°C для разрушения крахмала затора. Смесь охлаждают до 55—62°C и добавляют осахаривающий фермент для того, чтобы получить нужное соотношение сбраживаемых и не-

сбраживаемых сахаров. Затем затор нагревают до 85—115°C для инактивации ферментов. После фильтрации добавляют горькие вещества и сгущают раствор в сироп.

Некоторые зарубежные фирмы для ускорения гидролиза высокомолекулярных веществ ячменя применяют кислотный гидролиз и ферментные препараты. Смесь из ячменной или пшеничной муки или другого несоложенного зернового сырья и воды с концентрацией сухих веществ 20—45% мас. вливают в разбавленный водный раствор HCl, нагретый до 100°C. Эту температуру поддерживают в смеси 5—8 ч при pH 1,5 и постоянном перемешивании. После растворения крахмала излишек кислоты в смеси нейтрализуют карбонатом натрия до pH затора 5,5. Смесь охлаждают до 55°C, вносят препарат амилазы или экстракт солода для осахаривания крахмала и протеиназу для растворения белка. На другой день смесь фильтруют, осадок промывают и фильтруют вместе с промывной водой, сгущают под вакуумом до 82% мас. сухих веществ.

Полученный сироп употребляют для частичной замены солода в пивоварении или разбавляют водой и сбраживают обычным способом для получения этилового спирта.

Английская фирма АВМ «Industrial Products Ltd» получает экстракт из ячменя путем обработки его бактериальными и грибными ферментами.

Фирма освоила два технологических процесса получения ячменного экстракта из «грубого помола» и «тонкого помола» ячменя.

Технология «грубый помол». Особое внимание при производстве ячменного экстракта этим способом уделяется качеству помола, в котором не должно быть мелких частиц, так как это затрудняет процесс фильтрации. Для получения помола необходимого состава ячмень освобождают от оболочек перед размолотом эндосперма, затем оболочки и молотый эндосперм снова смешивают в исходной пропорции.

Для производства экстракта используют ферментные препараты, вырабатываемые фирмой АВМ,— нерваназа 10х и протеиназа 36х N— стандартной активности в количестве до 1% каждого по отношению к сухой массе ячменя (препараты не должны содержать солей) и солод обычного помола с высокой диастатической активностью в количестве 10% от массы ячменя. Все указанные компоненты тщательно смешивают с водой при температуре 50—55°C в соотношении 2 части воды на 1 часть помола. Смесь выдерживают в течение 1,5 ч, затем температуру повышают до 65—70°C и при этой температуре выдерживают 15—30 мин. После этого в смесь вносят солод и весь затор выдерживают при 60—65°C, непрерывно перемешивая, 1 ч. После полного осахаривания сусло отделяют от дробины на фильтрационных аппаратах и подогревают до температуры 75°C, собирают в сборную емкость, а затем направляют в трехкорпусный выпарной аппарат для концентрирования до 78—80% мас. сухих веществ.

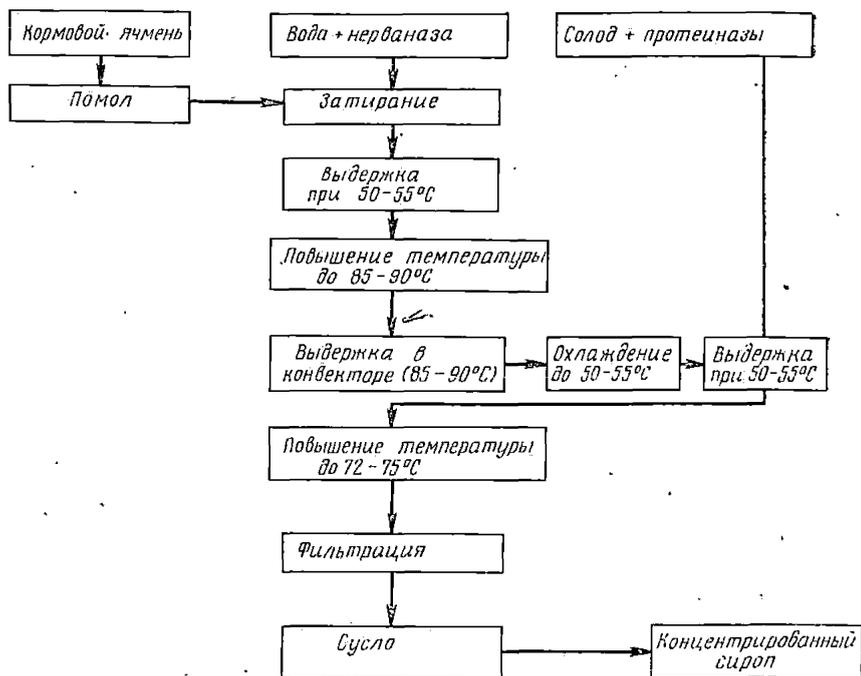


Рис. 72. Технологическая схема производства ячменного экстракта по способу завода фирмы «Кгоуег».

Способ «тонкий помол» предусматривает использование для приготовления сусла очень тонкого помола ячменя. Характеристика и норма внесения ферментов, солода и воды такие же, как и в процессе «грубый помол».

Фильтрацию проводят на центрифугах и фильтрах. Фирма «DDS-Кгоуег» (Дания) разработала непрерывный способ получения концентрата из фуражного ячменя.

Технологическая схема производства ячменного экстракта по способу «Кгоуег» приведена на рис. 72.

Ячмень и нерваназу затирают с водой при температуре 50—55°C и выдерживают при этой температуре 1 ч.

Затем затор с помощью пульсирующего насоса пропускают через теплообменник для достижения температуры 85—90°C. После этого затор проходит через непрерывный конвектор системы «Кгоуег» и выдерживается при температуре 85—90°C. Общая продолжительность прохождения составляет примерно 10 мин. Затем затор охлаждают до 50—55°C, рН доводят до 5,2—5,6 и добавляют солод и протеиназу. Затор выдерживают при этой температуре 3—4 ч, после чего температуру затора повышают до 72—75°C, выдерживают 10 мин, а затем фильтруют через рамный или пластинчатый фильтр. Концентрированное сусло выпускается в виде сиропа, содержащего 20% СВ.

Глава III. ПРОИЗВОДСТВО БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

В настоящее время в отечественной промышленности безалкогольные напитки выпускаются на многочисленных предприятиях, где выполняется полный комплекс работ по изготовлению сахарного и купажного сиропа с подработкой сырья и внесением необходимых ингредиентов напитков.

Такая технология требует большого количества малопроизводительного оборудования, значительных затрат рабочей силы, большого объема транспортных перевозок различных видов сырья и полуфабрикатов и, самое главное, — не позволяет обеспечить высокую степень механизации и автоматизации производства, что отрицательно сказывается на качестве напитков и эффективности производства.

Общеизвестно, что одной из основных операций в производстве безалкогольных напитков, определяющей их качество, является приготовление купажных сиропов. Для создания необходимого вкуса и букета напитка надо уметь регулировать дозировку ароматических веществ. Это под силу мастеру-купажисту высокой квалификации, который должен обладать хорошим вкусом, вкусовой памятью и уметь при изготовлении купажного сиропа установить необходимую дозировку его составляющих. Между тем на большинстве безалкогольных предприятий, особенно в отдаленных и небольших городах, нет опытных мастеров-купажистов, что приводит к выпуску напитков, различных по физико-химическим свойствам, а подчас и низкого качества.

Все эти недостатки устраняются при переходе к производству концентратов и композиций напитков на специализированных предприятиях и централизованной поставке их на предприятия безалкогольных напитков.

Переход на производство напитков из концентратов и композиций будет способствовать повышению качества продукции, стабильности состава и свойств напитков по всей территории страны, полному и экономному использованию сырья, снижению транспортных расходов и повышению производительности труда.

ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ГАЗИРОВАННЫХ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

В целях перехода к индустриальному способу производства безалкогольных напитков НПО ПБП разработаны технологические схемы и регламенты производства концентратов для напитков «Байкал», «Яблоко» и композиций для напитков «Лимонад», «Саяны», «Лимон» и «Апельсин». В число намеченных к выпуску массовых напитков входят тонизирующие напитки «Байкал», «Саяны», напиток «Яблоко» на натуральных яблочных соках. Выпуск концентратов безалкогольных напитков намечается организовать на базе предприятий Минпищепрома СССР, вырабатыва-

ющих в настоящее время концентрированный яблочный сок, настой растительного сырья и ароматические эссенции, а также за счет строительства специализированных заводов.

Ниже приводятся характеристики концентратов и композиций напитков, технология получения концентратов и композиций напитков из них в СССР и за рубежом, перспективы развития материальной базы по производству концентратов в нашей стране, а также данные о целесообразности использования концентратов и композиций для повышения эффективности работы безалкогольной отрасли и улучшения качества готовой продукции.

КОНЦЕНТРАТЫ И КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Концентрат для напитка «Яблоко» должен представлять собой вязкую густую жидкость темно-коричневого цвета с ясно выраженным ароматом, соответствующим эссенции «Яблочная Крымская», и иметь кислый вкус.

Физико-химические показатели

Содержание сухих веществ, %	$70 \pm 2,0$
Кислотность, %	$70,0 \pm 0,1$
Цветность, мл н. раствора йода на 100 г сухих веществ концентрата	$12,7 \pm 2,0$
Растворимость 10—20 г концентрата в 100 мл воды	Полная

Концентрат напитка «Яблоко» поставляется на заводы в деревянных бочках с вкладышем из полимерной пленки или в жестябанках.

Технология концентрата для напитка «Яблоко» разработана НПО ПБП с использованием концентрированного яблочного сока, получаемого на линиях «Единство» (СФРЮ), оснащенных уста-

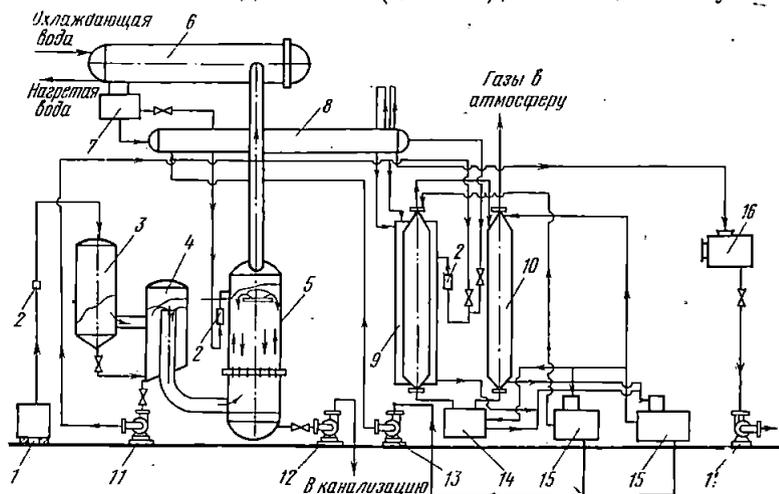


Рис. 73. Технологическая схема производства

новками для улавливания и конденсации ароматических веществ, содержащихся в соках.

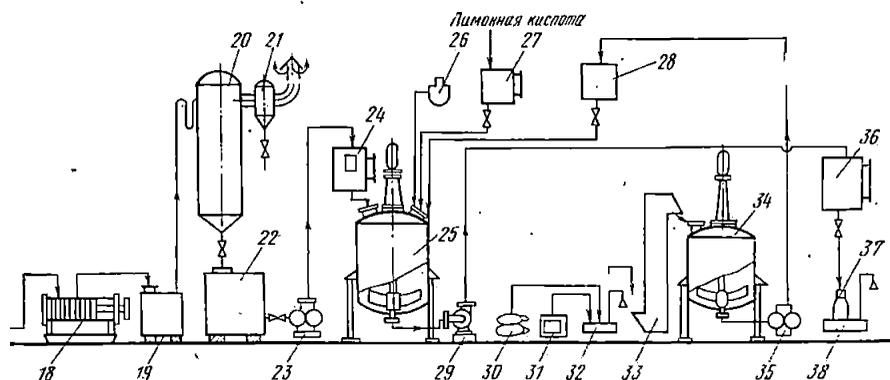
Конденсат ароматических веществ для концентрата не используется, так как его присутствие снижает стойкость продукта.

Производство концентрата для напитка «Яблоко» организуется по технологической схеме, представленной на рис. 73.

Для сгущения и улавливания ароматических веществ используют свежеснятый, осветленный пектолитическим ферментным препаратом и отфильтрованный яблочный сок. Сок направляют в бак-питатель 1 линии «Единство», откуда он за счет разности давлений через ротаметр 2 засасывается в тонкослойный вакуум-испаритель 3. Здесь сок растекается в виде тонкой пленки по трубкам, в результате чего содержащаяся в нем вода в течение 40—50 с испаряется, а сок одновременно освобождается от ароматических веществ и воздуха.

Пары ароматических веществ, смешанные с водяными парами и несконденсировавшимися газами и воздухом, поступают в сепаратор 4, где отделяются от захваченных капель сока.

Деаэрированный и деароматизированный сок собирается в нижней части сепаратора, откуда он насосом 11 перекачивается в сборник-мерник 16. Пары воды с легколетучими ароматическими веществами поступают в ректификационную колонну 5, снабженную насадкой из колец Рашига. Здесь ароматические вещества конденсируются в 100—200 раз по отношению к содержанию их в исходном соке. Скапливающаяся в нижней части колонны лютерная вода насосом 12 периодически отводится в канализацию. Пары с летучими ароматическими веществами поступают в верхнюю часть ректификационной колонны, а оттуда в трубчатый конденсатор-дефлегматор 6, где охлаждаются проточной водой температурой 12—15°C и частично конденсируются. Конденсат поступает в сборник 7. Из сборника большая часть сконденсированных и охлажденных ароматических веществ возвращается через ротаметр 2 в верхнюю часть колонны для обогащения паров и ох-



концентрата для напитка «Яблоко»:

лаждения верхней части колонны. Остальная часть конденсата поступает в рассольный охладитель 8, где охлаждается до 10° С, и через ротаметр направляется в абсорбционную колонну 9, где встречается с противотоком несконденсированных паров и паров ароматических веществ, и абсорбирует из них остатки ароматических веществ, увлеченные газом. Температура в абсорбционной колонне 5—7° С. Конденсат поступает в сборник 14. Оставшаяся часть несконденсированных паров ароматических веществ поступает в конденсатор 10, где поддерживается температура в пределах минус 16 — минус 26° С. Конденсат этих паров стекает в сборник 14, а газы выбрасываются в атмосферу.

Рассол для охлаждения продукта поступает в охладитель 8 от компрессионных холодильных установок 15 с помощью насоса 13.

Деароматизированный сок из сборника 16 подается насосом 17 на фильтр-пресс 18. Фильтрованный сок поступает в сборник 19, а из него засасывается в тонкопленочный испаритель 20, снабженный ловушкой 21. Сконцентрированный при остаточном давлении 8—13 Па и температуре 26—35°С сок поступает в сборник 22 для хранения.

По мере надобности концентрированный яблочный сок насосом 23 передается в сборник-мерник 24 и поступает в купажный чан 25. Сюда же из сборников 26, 27 и 28 задаются соответственно эссенция, концентрированный раствор лимонной кислоты и колер. После тщательного перемешивания готовый концентрат напитка «Яблоко» насосом 29 перекачивается в сборник-мерник 36 и далее направляется на розлив в транспортную тару 37, взвешиваемую на весах 38.

Сахар и лимонная кислота хранятся на складе в мешках 30 и ящиках 31. По мере надобности сырье взвешивают на весах 32, после чего лимонную кислоту загружают в сборник 27, а сахар — в приемный бункер нории 33, откуда он поступает в колеровочный котел 34. Готовый колер насосом 35 перекачивается в сборник-мерник 28 для хранения.

Конденсат ароматических веществ разливают в стеклянные бутылки и отправляют потребителю вместе с концентратом напитка.

Концентрат для напитка «Байкал» состоит из двух отдельно хранящихся составляющих А и Б, органолептические показатели которых приведены ниже.

«Показатели концентрата для напитка «Байкал»

	Ароматическая часть А	Экстрактная часть Б
Внешний вид	Прозрачная жидкость без осадка (допускается легкая опалесценция)	Вязкая густая жидкость
Цвет	От бесцветной до слабо-зеленовато-желтого	Темно-коричневая
Вкус	—	Горьковато-кислый, вяжущий

	Ароматическая часть А	Экстрактивная часть Б
Аромат	Интенсивный, специфический, с преобладанием аромата хвои	Трав (слабый)
Растворимость	Полная	При растворении 5 г в 95 мл воды не более 1,5% осадка
Содержание спирта, % об., не менее	92,75	Не менее 20 г безводного спирта в 1 кг продукта
Содержание эфирных масел, % об., не менее	0,8	—
Содержание сухих веществ, % мас.	—	68,5±2,0

Для приготовления составляющих А и Б концентрата напитка «Байкал» настои, экстракты и другие ароматические и вкусовые вещества смешивают в определенном соотношении (в составляющую Б вносят натуральный краситель) и уваривают до необходимой концентрации, после чего разливают в транспортную тару. Для приготовления напитка «Байкал» готовят купажный сироп, смешивая составляющие А и Б с сахарным сиропом.

Концентрат для напитка «Байкал» фасуется во флаги.

Композиции для напитков «Лимон», «Апельсин», «Лимонад» и «Саяны» представляют собой смеси ароматических веществ и красителя в виде жидкости темно-коричневого цвета с ясно выраженным ароматом и вкусом соответствующего плода (для напитка «Саяны» — вкус и аромат лимона и экстракта левзеи). Все композиции должны полностью растворяться в воде. Физико-химические показатели этих композиций приведены ниже (табл. 7).

Таблица 7

Физико-химические показатели композиций

Композиция для напитка	Содержание сухих веществ, % мас.	Содержание спирта, % об.	Содержание эфирных масел, % мас.	Цветность, мл н. раствора йода на 100 г сухих веществ концентрата
«Апельсин»	8,5±0,2	59,5±0,5	0,40	60,0±5,0
«Лимон»	6,6±0,2	60,8±0,5	0,35	65,0±5,0
«Саяны» (тонизирующий)	9,4±0,2	58,6±0,5	0,30	55,0±5,0
«Лимонад»	14,5±0,2	не менее 32,8	—	80,0±5,0

Для приготовления напитка «Лимонад» композицию «Лимонад», изготавливаемую комбинатом «Ленхимпищеаромат», смешивают с колером. Для приготовления композиций напитков «Лимон» и «Апельсин» спиртовые настои цитрусовых одноименных назва-

ний смешивают с колером. Композиция для напитка «Саяны» представляет собой смесь лимонного настоя, экстракта левзеи и колера. Сахар и лимонную кислоту, входящие в состав напитков «Лимонад», «Лимон», «Апельсин» и «Саяны», вносят непосредственно в купажный сироп, первый в виде сахарного сиропа, а вторую — в виде водного раствора.

Таким образом, технология концентратов этих напитков сводится к купажированию ароматических веществ с колером, который, естественно, должен готовиться по вполне определенной технологии и отличаться высокими качественными показателями.

КОНЦЕНТРАТЫ (ОСНОВЫ) БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ

За рубежом получило большое распространение производство и потребление концентрированных плодовых и ягодных соков, сухих экстрактов, изготовленных из сока цитрусовых плодов, винограда и яблок.

По производству и потреблению концентрированных соков и изготовленных из них основ напитков одно из ведущих мест занимают США, которые экспортируют концентрированный сок цитрусовых плодов в страны Европы.

Европейские страны для производства безалкогольных напитков используют в основном цитрусовые соки и лишь частично яблочные и виноградные соки отечественного производства. Это связано с тем, что, несмотря на популярность яблочного сока, его приятный вкус и аромат, расход его на напитки значительно больше, чем цитрусовых соков.

Для изготовления напитков, как правило, используют концентрированные цитрусовые соки.

Безалкогольные напитки готовят главным образом из концентратов (основ), которые изготавливают на специализированных плододоперерабатывающих заводах и централизованно поставляют заводам, производящим безалкогольные напитки.

Концентраты напитков (основы) представляют собой смесь концентрированных соков, лимонной кислоты, эфирных масел и воды. Для приготовления напитков основу смешивают с сахарным сиропом и водой, получая купажный сироп. В отдельных случаях в купажный сироп для повышения стойкости напитков вносят раствор бензоата натрия.

Выпускаемые на цитрусовой основе напитки содержат плодovou мякоть. Различаются они по содержанию цитрусового сока и сахара. Напитки могут выпускаться негазированными или насыщенными CO_2 .

Негазированные напитки разливают в бутылки при температуре 77°C , закупоривают и сразу же охлаждают. Такие напитки содержат около 15% натурального цитрусового сока, около 13 г СВ на 100 г сиропа и эфирных масел около 0,003% мас.

При изготовлении основы для таких напитков используют стабилизатор (бромированные масла или канифольные продукты) или перед фасовкой подвергают гомогенизации, что предотвращает расслаивание напитка в процессе хранения.

Приведем для примера рецептуру основы одного из таких напитков.

Сок апельсиновый концентрированный (содержание сухих веществ 65%), л	3,78
Лимонная кислота в виде 50%-ного раствора, мл	870
Апельсиновое эфирное масло в виде 15%-ной эмульсии, мл	810
Пищевой краситель, мл	30
Вода, мл	180
Выход основы напитка, л	5,67

Такая основа используется для приготовления купажного сиропа апельсинового напитка, рецептура которого приведена ниже.

Вода, л	36,0
Сахар, кг	36,2
Раствор бензоата натрия (24 мг на 100 г раствора), мл	630
Основа апельсинового напитка, л	3,78

Для приготовления напитка на бутылку вместимостью 210 мл заливается 45 мл такого купажного сиропа.

Основы напитков, фасованные в банки большого объема, консервируют 0,1%-ным раствором бензоата натрия, а фасованные в банки вместимостью 180 г, — пастеризуют или замораживают.

Применение концентрированных цитрусовых соков вызывается главным образом тем, что натуральные цитрусовые соки, содержащие эфирные масла, не стойки при хранении. Кроме того, достигается значительная экономия за счет сокращения складских площадей и тары, необходимой для хранения и перевозки этой продукции.

Для приготовления концентрированных соков наряду с цитрусовыми плодами используют другие плоды и ягоды, имеющие не слишком низкую кислотность, так как в противном случае получают соки вялого вкуса.

Для уваривания соков используют циркуляционные и в основном пленочные непрерывно действующие вакуум-аппараты, которым отдается предпочтение.

В пленочных выпарных вакуум-аппаратах сгущение сока проводится при температуре 10—35°C в тонком слое при малом остаточном давлении. Длительность пребывания сока в вакуум-аппарате колеблется от 3 до 20 с.

Обычно в пленочных вакуум-аппаратах уваривание сока сочетается с рекуперацией ароматических веществ, однако некоторая часть ароматических веществ в них теряется. Для сокращения потерь ароматических веществ в США применяют так называемый «фторидский» метод сгущения, при котором сок сгущают до несколько большей концентрации, чем принято по норме, а затем разводят некоторым количеством натурального сока.

В ряде зарубежных стран, особенно в США, получил распространение метод сгущения соков, основанный на вымораживании содержащейся в них воды. При этом удается избежать деструкции ароматических веществ, очень чувствительных к тепловым воздействиям. Полученный после прессования сок немедленно подвергают воздействию низких температур. Вымороженную воду в виде кристаллов отделяют от сгущаемого сока центрифугированием. Операцию повторяют 2—3 раза. Однако этим способом не удается получить сок высокой концентрации, так как отделенные на последней фазе концентрирования ледяные кристаллы несут на себе значительное количество сока, что приводит к повышенным потерям экстрактивных веществ. Для снижения этих потерь кристаллы льда обрабатывают токами высокой частоты, в результате чего температура на поверхности кристаллов повышается и с нее стекает оттаявший концентрат сока. Однако при этом происходит потеря ароматических веществ.

Для восполнения потерь ароматических веществ к вымороженному концентрированному соку добавляют некоторое количество натурального сока.

Значительную часть концентрированных соков в США получают с помощью низкотемпературных пленочных аппаратов типа «Люва», усовершенствованных для полной рекуперации ароматических веществ. Для увеличения поверхности сока в отдельных аппаратах сок, подаваемый на нагревательные элементы, приводят звуковыми волнами в колебательное движение. При этом частицы сока высоко подбрасываются вверх, образуя массу тончайших капель, которые непрерывно падают обратно на нагревательные пластины.

Во Франции применяют трехфазные пленочные вакуум-аппараты, позволяющие за один «прогон» получить концентрированный сок с содержанием 67% мас. сухих веществ. Общая продолжительность обработки сока на этих аппаратах 32 с.

В некоторых вакуум-выпарных установках тепло, расходуемое для кратковременного нагревания сока, используют для одновременного выделения ароматических веществ, после чего сок подают в пленочный выпарной аппарат, где выпаривание проводят при более высокой температуре. Установлено, что кратковременное воздействие высоких температур не вызывает ухудшения качества соков, кроме цитрусовых.

В США разработан метод концентрирования соков, названный «Спак», по которому сгущение сока проводится при температуре 100°C и давлении 0,6—0,7 МПа.

Концентрирование сока до содержания в нем 70% мас. сухих веществ длится несколько секунд и протекает следующим образом. Предназначенный для концентрирования сок с большой скоростью прокачивают через подогреватель; турбулентное движение сока, возникающее при этом, препятствует локальному перегреву его. Из подогревателя сок поступает в выпарной аппарат для сгущения. Пары и жидкость разделяются на сепараторе. Концентри-

рованный сок через трубчатый охладитель направляют в сборник, а ароматические вещества проходят фракционную перегонку.

Использование концентрированных соков для производства концентратов безалкогольных напитков позволит отказаться от использования спирта, применяемого в настоящее время для консервирования.

Большой практический интерес представляет использование сока цитрусовых для производства концентрированного сока с целью последующего изготовления мутных цитрусовых безалкогольных напитков типа оранжад. Производство таких соков целесообразно организовать на заводах, вырабатывающих цитрусовые настои, где плодовая мякоть является отходом производства, или на консервных заводах, оснащенных линиями «Единство», предназначенными для концентрирования соков.

ПРОИЗВОДСТВО БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ СИНХРОННО-СМЕСИТЕЛЬНЫМ СПОСОБОМ

В настоящее время в зарубежной практике производства безалкогольных напитков получил повсеместное распространение синхронно-смесительный способ. Сущность его заключается в смешивании деаэрированной воды и сиропа в определенных соотношениях, последующем насыщении смеси диоксидом углерода и розливе уже готового газированного напитка.

В установках, работающих по этому способу, обеспечивается почти полное удаление воздуха из воды перед насыщением ее диоксидом углерода, а также мельчайшее распыление воды в карбонизаторах, благодаря чему получается гомогенная смесь купажного сиропа, воды и CO_2 , а также высокая степень насыщения напитка диоксидом углерода. Все это позволяет экономно расходовать сырье, повышает качество напитков и обеспечивает постоянство физико-химических показателей напитка в каждой бутылке. Применение синхронно-смесительного способа производства напитков позволяет также отказаться от использования ряда машин — дозатора сиропа, перемешивающего автомата и сатуратора, что значительно сокращает численность обслуживающего персонала и упрощает процесс производства и розлива напитков.

СИНХРОННО-СМЕСИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ КОНСТРУКЦИИ НПО ПБП

Отечественная машиностроительная промышленность в настоящее время освоила производство синхронно-смесительных установок РЗ-ВНС-1 и РЗ-ВНС-2 производительностью 3 и 6 тыс. л/ч.

Основные узлы установки (рис. 74): основание 1; колонка деаэрации 2, колонка насыщения 3, накопительная колонка 4, насос-дозатор 5, насос подачи деаэрированной воды в колонку насыщения 6, бачок для сиропа 7, смесительный бачок 8, пульт управления 9, эжектор 10, трубопроводы.

Установка работает следующим образом: фильтрованная, исправленная и охлажденная питьевая вода подается в колонку деаэрации 2, представляющую собой цилиндрический сосуд с коническими тарелками, в днище которого вмонтирован трубопровод, проходящий внутри колонки. В начале трубопровода установлен магнитный вентиль. Благодаря разрежению, создаваемому в колонке деаэрации с помощью вихревого насоса ВК 1/16 и водоструйного эжектора 10, в колонку засасывается вода и, растекаясь тонким слоем по поверхности тарелок, освобождается от значительной части содержащегося в ней воздуха. Выделившийся воздух отсасывается эжектором. За уровнем поступающей воды следят три датчика. Деаэрированная вода соби-

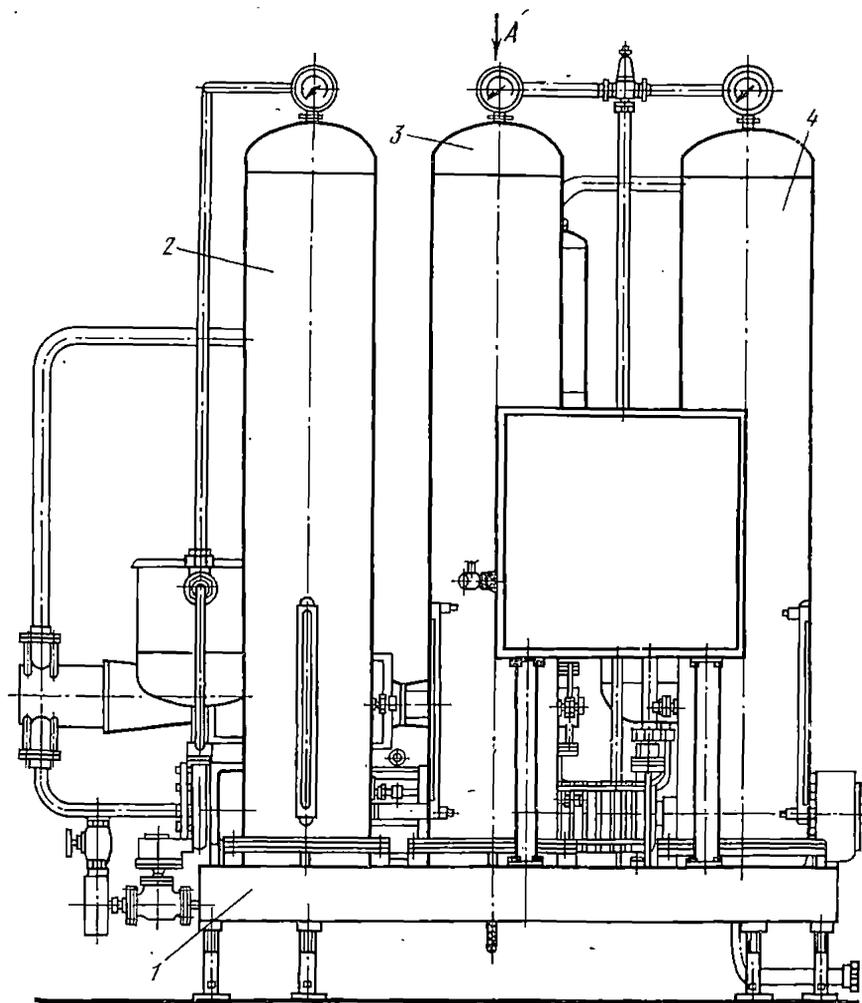


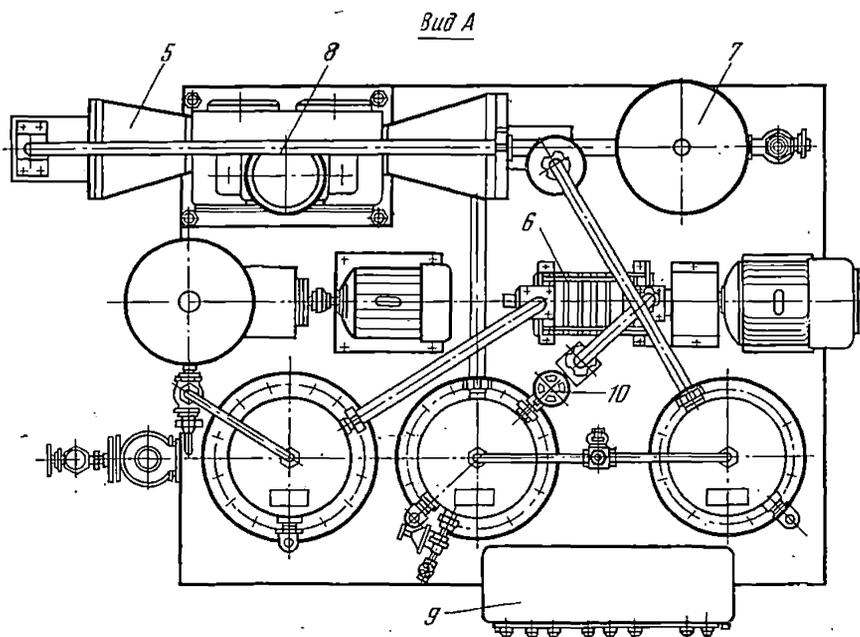
Рис. 74. Синхронно-смесительная

рается в нижней части колонки деаэрации, откуда забирается насосом 6 и подается в колонку насыщения 3, представляющую собой цилиндрический сосуд, в котором смонтированы сливной кран, три датчика, манометр, предохранительный клапан и трубопроводы.

В струйной насадке происходит насыщение воды диоксидом углерода при давлении 0,6—0,8 МПа, затем вода поступает в нижнюю часть колонки насыщения. Насыщенная вода отбирается через штуцер, расположенный в нижней части колонки, насосом-дозатором 5, имеющим два гидроцилиндра. В один из них поступает насыщенная вода ($t=6^{\circ}\text{C}$, $p=0,6$ МПа), а в другой из бачка 7 — сироп ($t=8^{\circ}\text{C}$, $p=0,1$ МПа). В заданных количествах вода и сироп насосом подаются в смеситель 8. Готовый напиток поступает в накопительную колонку 4, где поддерживается рабочее давление до 0,6 МПа. За уровнем напитка в накопительной колонке следят 2 датчика. Из накопительной колонки напиток подается в резервуар разливочной машины.

Технологическая характеристика синхронно-смесительной установки РЗ-ВНС-1

Производительность, л/ч	3000-
Содержание CO_2 в напитке, % мас.	0,7
Рабочее давление, МПа	
в колонке деаэрации	0,08
в колонке насыщения	до 0,6
в накопительной колонке	до 0,6



установка РЗ-ВНС-1.

Давление CO ₂ , поступающего в насадку для насыщения воды, МПа	0,6—0,8
Температура, °С	
воды, поступающей на деаэрацию	6
купажного сиропа	8
готового напитка	6—8
Мощность электродвигателей, кВт	9,2
Габаритные размеры, мм	2200×1600×2500
Масса, кг	1365

Рабочее давление в установке зависит от конструкции карбоохладителя или насадки для насыщения воды диоксидом углерода. Следует учесть, что содержание в воде солей снижает растворимость CO₂ в воде, поэтому вода перед насыщением должна быть умягчена до оптимального содержания солей.

Процесс насыщения воды диоксидом углерода состоит в том, что CO₂ в замкнутом пространстве абсорбируется водой. Абсорбция протекает одновременно с десорбцией. В определенный момент времени при насыщении воды CO₂ наступает равновесие между содержанием его в растворе и над ним. При этом в единицу времени в воде растворяется столько CO₂, сколько выделяется из раствора. Количественное распределение CO₂ между газовой и жидкой фазой находится в прямой зависимости от давления и температуры. По закону Генри, отношение растворенного в газовой фазе диоксида углерода (C_г) и концентрации его в жидкости (C_ж) при постоянной температуре есть величина постоянная

$$C_{г} : C_{ж} = K.$$

Эта зависимость может нарушаться в том случае, если CO₂ при растворении вступает в химическое взаимодействие с растворителем или если растворение происходит при давлении, превышающем 0,4 МПа.

Процесс насыщения воды диоксидом углерода необходимо вести при пониженной температуре, так как в экзотермических процессах с понижением температуры значение коэффициента К уменьшается. С повышением давления растворимость CO₂ увеличивается, так как, по закону Дальтона, парциальное давление вещества в газовой фазе пропорционально концентрации его в этой фазе, т. е., если давление возрастает, то увеличивается и парциальное давление, что приводит к увеличению концентрации CO₂ в газовой фазе, и, как следствие, к повышению концентрации его в жидкой фазе.

Растворимость CO₂ в жидкости выражается коэффициентом абсорбции Бунзена α, который вычисляется по уравнению

$$\alpha = \frac{V}{V'(1 + 0,00367t)},$$

где V — объем растворенного диоксида углерода;
V' — объем растворения;
t — температура процесса.

Таким образом, присутствие в воде воздуха снижает степень растворимости в ней CO_2 . По закону Дальтона, газ какой-либо газовой смеси растворяется в воде под давлением только данного газа соответственно его объемному содержанию в смеси и парциальному давлению.

Скорость растворения CO_2 весьма существенно сказывается на степени насыщения воды. Медленное повышение рабочего давления в колонке насыщения позволяет увеличить степень насыщения воды CO_2 , а главное — увеличивает в растворе прочность его молекулярной связи с водой. Быстрое насыщение влечет за собой и быстрое перенасыщение раствора до пределов, не соответствующих условиям его растворимости. В этом случае излишек CO_2 быстро выделяется из раствора и вода дегазируется. Продолжительность насыщения воды диоксидом углерода имеет также существенное значение для его растворимости. Часто ошибочно считают, что более продолжительное газирование увеличивает степень насыщения раствора. На самом же деле наибольшее насыщение раствора диоксидом углерода даже в условиях его свободной диффузии, по данным Пятигорского бальнеологического института, происходит в первые 60 мин (до 0,4% мас.), дальнейшее насыщение дает очень незначительные результаты. Поэтому в производственных условиях продолжительное насыщение воды CO_2 сверх оптимального времени практически не оправдано.

Зависимость насыщения воды CO_2 от времени диффузии при постоянных температуре и давлении иллюстрируется графиком (рис. 75).

В производственных условиях следует избегать излишних перекачек воды или напитков, насыщенных CO_2 , и применять коммуникации большой протяженности для передачи газированной воды от места насыщения до разливочной машины, перекачек с большим напором и большой скоростью, так как это приводит к дегазации напитков. Дегазация происходит также в момент отрыва колокольчика наполнителя от горлышка бутылки после налива и до момента укупоривания при соприкосновении жидкости, насыщенной CO_2 , с какой-либо отрицательно заряженной жидкостью. Особенно быстро дегазируется жидкость при перепадах ее давления. Так, при снижении давления в пределах 0,1—0,15 МПа жидкость теряет до 20% мас. растворенного в ней CO_2 , а при снижении давления до 0,3—0,4 МПа потери достигают 60% мас. (рис. 76).

Практикой установлено, что наименьшие потери CO_2 достигаются при перекачках жидкости, насыщенной со скоростью, не превышающей 1 л/с.

Следует отметить, что насыщение воды диоксидом углерода зависит также и от площади поверхности контакта жидкости с CO_2 : чем больше контактирующая поверхность газифицируемой жидкости, тем больше степень ее насыщения. Это обстоятельство используется при разработке конструкций сатураторов для обеспе-

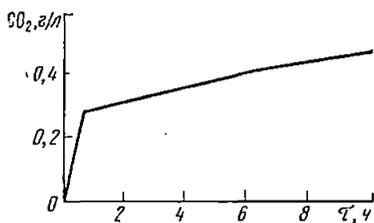


Рис. 75. Зависимость степени насыщения воды CO_2 от продолжительности диффузии при постоянных температуре и давлении.

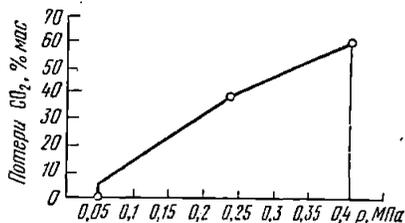


Рис. 76. Зависимость потерь CO_2 при перекачке насыщенной жидкости от давления, при котором перекачивается эта жидкость.

чения интенсивного распыления газимуемой воды до состояния мельчайших пылинки и брызг или даже тумана.

СИХРОННО-СМЕСИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ЗАРУБЕЖНЫХ ФИРМ

Известны разнообразные модификации оборудования для синхронно-смесительного способа изготовления газированных напитков. Одни фирмы выпускают установки, в которых смешиванию подвергают газированную воду и сироп, а затем смесь разливают в бутылки («Unimix DSD», «Sinchromix», «Intermix» и др.), другие — установки, в которых диоксидом углерода насыщают уже готовую смесь («Premix», «Nollmix», «Kombimix», «Carbomix», «Mixomat S» и др.).

Установки для непрерывного приготовления напитков синхронно-смесительным способом, состоящие из деаэрата, дозатора-смесителя, карбонизатора и разливочно-укупорочного блока, выпускают различные фирмы «Seitz», «Liquid Carbonicum», «Meuer — Dümög», «Holstein — Kappert», «Enzinger», «Wikers — Bandergeim», Grown Cork Co, INC.»

В современных установках для непрерывного приготовления безалкогольных газированных напитков насыщение их CO_2 осуществляется различными способами, среди которых необходимо отметить насыщение в несколько ступеней, инжекторную систему насыщения, насыщением жидким CO_2 под высоким давлением.

Фирма «Holstein — Kappert» (ФРГ) выпускает установки для непрерывного приготовления безалкогольных напитков системы «Pagamix» производительностью до 4000 дал/ч. Технологическая схема установки представлена на рис. 77.

Установка «Pagamix» применяется для изготовления всех видов газированных безалкогольных напитков, и работа ее полностью автоматизирована. Установка производит деаэрирование воздуха и других газов, содержащихся в воде, методом распылительной вакуумной дегазации, дозирование сиропов или основ напитков, в том числе и многокомпонентное дозирование, насыщение напитков CO_2 в пластинчатом аппарате, обеспечивающем хорошее связывание CO_2 в растворе.

Все детали установки, соприкасающиеся с напитком, выполнены из нержавеющей стали. Основные узлы установки легко доступны для проверки и чистки.

Деаэратор установки «Pagamix» представляет собой цилиндрический сосуд, верхняя часть которого имеет коническую форму, а нижняя — сферическую. Поступающая в него вода попадает на ударно-отражательную пластину и разбивается на мелкие капли, в результате чего значительно увеличивается площадь ее поверхности, что способствует лучшей деаэрации. Наполнение деаэратора регулируется с помощью магнитного клапана, управляемого от показателя уровня.

Деаэрированная вода подается к дозирующему аппарату насосом. Дозирование в смеситель деаэрированной воды и сиропа в установках небольшой мощ-

шкале, установленной заводом-изготовителем аппарата. При производительности, например, от 8000 до 20 000 л/ч и соотношении компонентов от 1:4,4 до 1:5,5 заслонка в трубопроводе для сиропа должна иметь проходной проем площадью 1 см². Как и во всех установках «Рагапих», здесь предусмотрен автоматический контроль за наличием и уровнем жидкостей в сосудах.

Насыщение напитка СО₂ проводится в пластинчатом карбонизаторе. Пластины его имеют ребристую поверхность, что способствует увеличению поверхности контакта воды и СО₂, а также образованию турбулентного движения жидкости. В промежуточные отсеки между пластинами подается под давлением диоксид углерода. Насыщение напитка может быть многоступенчатым. Отдельные отсеки пластинчатого карбонизатора могут быть использованы для охлаждения или нагрева напитка.

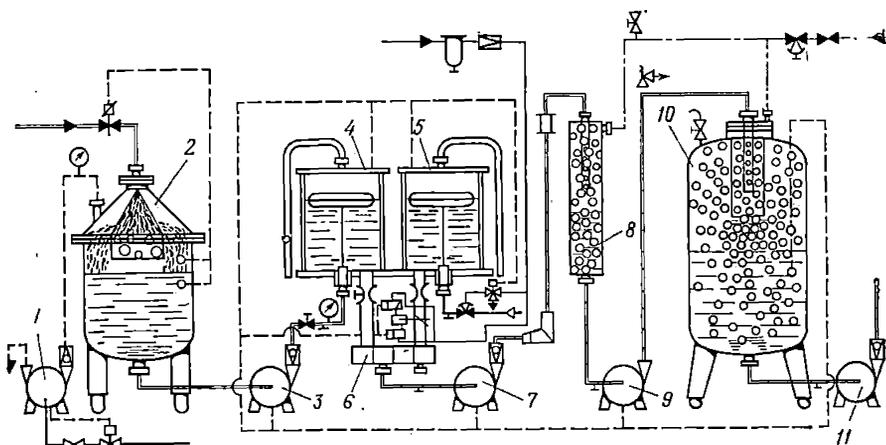


Рис. 78. Технологическая схема установки «Рагапих» с карбонизатором, работающим по принципу распыления:

1—вакуум-насос; 2—деаэризатор; 3—насос для деаэрированной воды; 4—стеклянный сосуд для деаэрированной воды с поплавковым регулятором; 5—стеклянный сосуд для сиропа с поплавковым регулятором; 6—смеситель; 7—насос для напитка; 8—первая ступень карбонизатора; 9—насос; 10—вторая ступень карбонизатора; 11—насос.

Новейшей модификацией карбонизатора установки «Рагапих», выпускаемой фирмой «Holstein — Kappert», является карбонизатор, работающий по принципу распыления. Технологическая схема установки «Рагапих» с таким карбонизатором приведена на рис. 78.

Первая ступень карбонизатора представляет собой стальной цилиндр диаметром 180 мм. На верхней торцевой поверхности его расположены входные отверстия для напитка и СО₂. Для обеспечения распыления предусмотрена распределительная стальная труба диаметром 50 мм со множеством мелких щелей. Определенное давление обеспечивает равномерное распыление жидкости. Напиток и диоксид углерода подаются перпендикулярно один другому.

Газированный напиток выходит с нижней торцевой стороны цилиндра, где установлен насос, создающий необходимое давление для распыления напитка во второй ступени аппарата. Принципиально конструкция второй ступени аналогична первой, однако напиток вначале проходит через отражательную пластину с постепенно уменьшающимися щелями. Эта пластина преграждает непосредственное попадание капель в нижнюю часть резервуара, заполненную готовым напитком. Вторая ступень обеспечивает интенсивный контакт СО₂ с распыленными каплями напитка.

Выходное отверстие для напитка, расположенное в самой нижней части карбонизатора, снабжено диффузорным штуцером из металлических колец, позволяющим устранить образование завихрений, возникающих при отсасыва-

нии газированных напитков. Насыщенный CO_2 напиток при помощи насоса подается к разливочной машине, причем давление в этой машине, работающей с противодавлением, должно быть всегда выше давления, имевшего место при насыщении диоксидом углерода.

Фирма «Euzinger» (ФРГ) выпускает установки для предварительного смешивания составляющих напитков системы «Combimix» производительностью от 200 до 2000 дал/ч.

Принцип действия установки аналогичен описанному выше. Установка обеспечивает постоянное соотношение воды и сиропа, хорошую деаэрацию воды и интенсивное насыщение напитка CO_2 . Конструкция установки обеспечивает автоматизированный контроль и регулирование температуры и давления, возможность быстрого перехода с одного вида напитков на другой и эффективную стерилизацию машины паром, горячей водой или дезинфектантами.

Эта же фирма выпускает установки предварительного смешивания составляющих напитков и карбонизации системы «Nollmix» производительностью от 400 до 2000 дал/ч. В установке совмещены процессы дозирования и перемешивания воды и сиропа, деаэрации воды и насыщения напитка диоксидом углерода. Установка состоит из деаэратора, вакуум-насоса, устройств для непрерывного дозирования воды и сиропа, перемешивающего устройства, карбонизатора и сборника готового напитка и работает следующим образом. В деаэраторе создается глубокое разрежение, затем струйным распылителем в него подается вода, в результате чего из нее на 99% об. удаляется воздух. Деаэрированная вода с помощью дозаторов, расходомеров или инжекторной системы непрерывно, пройдя смеситель, поступает через распылительные сопла в карбонизатор. Насыщенный CO_2 напиток из карбонизатора собирается в сборник готового напитка, а из него направляется в кольцевой резервуар разливочной машины.

Фирма «Vandergeeten» (Бельгия) выпускает установки для непрерывного приготовления газированных безалкогольных напитков системы «Unimix DSD», представляющие собой систему для деаэрирования воды, насыщения ее CO_2 , дозирования газированной воды и сиропа и гомогенного перемешивания этих составляющих напитка. Производительность установки такого типа — до 3000 дал/ч.

Фирма «Grown Cork Co, INC» (США) выпускает установки производительностью до 3000 дал/ч для непрерывного приготовления газированных напитков системы «Uni — blend». Для приготовления напитков вода и сироп смешиваются

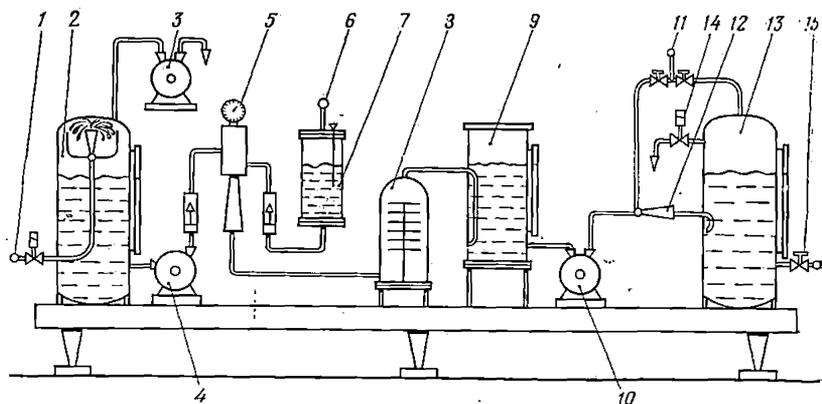


Рис. 79. Технологическая схема установки для непрерывного приготовления газированных безалкогольных напитков системы «Mixomat S»:

1—штуцер для ввода питьевой воды; 2—деаэратор; 3—вакуум-насос; 4—насос для деаэрированной воды; 5—непрерывно действующий дозатор-смеситель; 6—штуцер для ввода сиропа; 7—промежуточный сборник сиропа; 8—смеситель; 9—сборник напитка; 10—насос для напитка; 11—штуцер для ввода CO_2 ; 12—струйная насадка; 13—сборник готового напитка; 14—клапан для сброса воздуха; 15—штуцер для вывода газированного напитка.

в определенной пропорции, смесь насыщается диоксидом углерода и охлаждается до 1°С в атмосфере CO₂. Затем смесь вторично насыщается CO₂ и подается на розлив.

Наиболее совершенной конструкцией установки для непрерывного приготовления газированных безалкогольных напитков, как указывалось выше, является установка типа «Mikomax S», выпускаемая фирмой «Enzinger» (ФРГ). Технологическая схема установки приведена на рис. 79.

Основные преимущества установки: совершенная конструкция проточного непрерывного дозатора-смесителя воды и сиропа, а также карбонизатора струйного типа.

САТУРАТОРЫ СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Для комплектации высокопроизводительных линий розлива безалкогольных напитков, работающих по старой системе дозирования сиропа в бутылку и последующего разбавления его газированной водой, а также для линий розлива минеральных вод

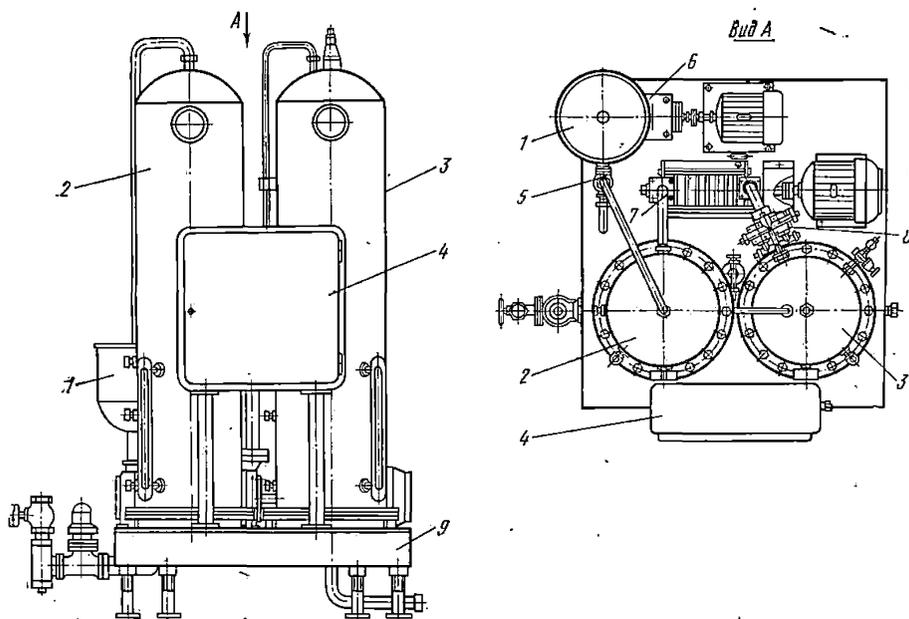


Рис. 80. Сатуратор ВСБ.

НПО ПБП разработало конструкцию, а Орловский завод «Продмаш» освоил производство высокопроизводительных непрерывно действующих сатураторов ВСБ.

Сатуратор (рис. 80) состоит из деаэратора 2, системы поддержания разрежения, в которую входят насос 6, эжектор 5, и сборник-питатель 1, многоступенчатого насоса 7 для деаэрированной воды, гребенки 8 из двух струйных насадок для насыщения воды CO₂, накопительной колонки для газированной воды 3 и электрошкафа 4. Все узлы сатуратора смонтированы на общем основании 9.

Внутри деаэратора на вертикальном валу размещены конические тарелки, по которым тонким слоем растекается вода, подлежащая деаэрации. Поток воды регулируется электромагнитными датчиками. Деаэрированная вода накапливается в нижней части деаэратора, откуда многоступенчатым насосом направляется для насыщения в струйные насадки, а затем в накопительную колонку, из которой по мере надобности расходуется на производство.

Техническая характеристика сатуратора ВСБ

Производительность, л/ч	7500
Рабочее давление, МПа	
в колонке деаэрации	0,06
в колонке насыщения	0,25—0,35
Тип насоса подачи воды в колонку	Вихревой многоступенчатый
Мощность электродвигателя, кВт	
насоса подачи воды в колонку насыщения	7,5
вакуум-насоса	1,5
Частота вращения электродвигателей, об/мин	1500
Габаритные размеры, мм	1700×1430×2350
Масса, кг	700

Содержание CO_2 в воде на выходе из сатуратора при питании его водой с температурой, не превышающей 7°C , и давлении CO_2 в колонке насыщения 0,35 МПа практически составляет 0,65% мас. Расход CO_2 16 г на 1 л воды.

Фирма «Winterwerb Streng Co» (ФРГ) выпускает автоматические сатураторы типа «Valoga» производительностью от 1000 до 15 000 л/ч.

Сатуратор (рис. 81) состоит из карбонизатора 1, представляющего собой цилиндрический резервуар, заполненный насадками 2, деаэратора 7, воздушных камер 8, 10 и 11, струйного эжектора 9, двухступенчатого насоса 12 с приводом 13. Карбонизатор снабжен поплавковым регулятором уровня 14, системой питания инжектора с обратным клапаном 15, штуцером 16 для ввода CO_2 , расширительным устройством 3, клапаном 4 для сброса газозвушной смеси и предохранительным клапаном 5. Деаэратор также заполнен насадками. В верхней части его уста-

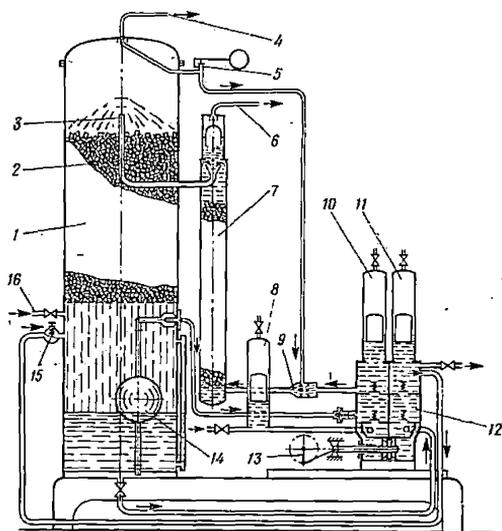


Рис. 81. Схема сатуратора «Valoga».

новлен клапан 6 для сброса газовоздушной смеси. Газированная вода из сатуратора отводится через штуцер, установленный в средней части двухступенчатого насоса 12.

Особенностью данного сатуратора является способ деаэрирования воды и насыщения ее CO_2 , которое, как видно из схемы сатуратора, проводится дважды — в струйной насадке и в карбонизаторе, где вода, освобожденная от воздуха и частично насыщенная CO_2 , эффективно разбрызгивается, а затем стекает по насадке. Высокопроизводительные сатураторы типа «Valoga 9—12» выполняются в виде спаренных установок, имеющих два деаэрата, два карбонизатора и т. д.

Техническая характеристика сатураторов «Valoga»

Тип	2	2,5	4	5	7	8	9	10	11	12
Производительность, д/ч	1000	1500	3000	4000	6000	7000	8000	10000	12000	15000
Мощность электродвигателей, кВт	0,32	0,6	1,08	1,52	2,28	2,6	4,12	5,64	7,6	7,6
Габаритные размеры, мм										
длина	1140	1140	1600	1600	1600	1600	1734	1734	1734	1734
ширина	585	585	770	770	770	770	1465	1465	1465	1465
высота	1575	2175	1750	2250	3250	3750	2550	3050	3550	4050
Масса, кг	310	330	600	700	1000	1100	1730	2000	2250	2450

УСТАНОВКА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ КОНСТРУКЦИИ НПО ПБП

Харьковским филиалом НПО ПБП разработана технология, а Харьковским КБ НПО ЛБП создана конструкция установок для подготовки воды на технологические нужды в производстве безалкогольных напитков производительностью 6 и 12 м³/ч.

Установки позволяют снизить до необходимого предела концентрацию в воде солей жесткости, железа, алюминия и марганца.

Технологическая схема установки для подготовки воды производительностью 6 м³/ч приведена на рис. 82.

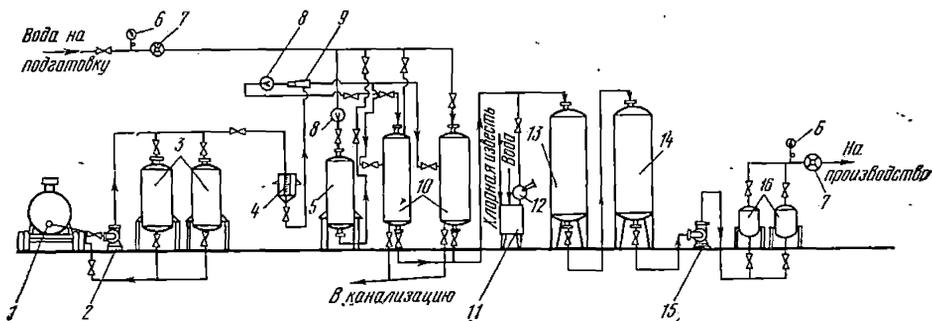


Рис. 82. Технологическая схема установки для подготовки воды, разработанная НПО ПБП.

Поступающая на подработку вода по трубопроводу, снабженному манометром 6, водомером 7 и расходомером 8, подается на один из Н-катионитовых фильтров 10 для умягчения. При необходимости вода может быть предварительно направлена на осветлительный фильтр 5 для очистки от взвешенных примесей.

Умягченная вода хлорируется в потоке и поступает в контактный резервуар 13, для чего в баке 11 готовят водный раствор хлорной извести, который насосом-дозатором 12 непрерывно задается в трубопровод по ходу потока умягченной воды. Расход раствора хлорной извести устанавливается таким образом, чтобы концентрация активного хлора в воде составляла 8—10 мг/л. Хлорированная вода из резервуара 13 поступает на угольный фильтр 14 для дехлорирования, а затем насосом 15 подается на свечные керамические фильтры 16 для осветления.

Регенерацию Н-катионитового фильтра проводят 1,5—2,0%-ным водным раствором серной кислоты.

Для приготовления рабочего раствора серной кислоты доставляемая на завод в цистернах 1 серная кислота насосом 2 подается из сборников 3 для хранения в мерник 4, откуда всасывается эжектором 9. Приготовленный таким образом раствор серной кислоты поступает в катионитовые фильтры. Введение кислоты в поток воды продолжается 3 ч. За этот промежуток времени вся кислота из мерника должна быть израсходована, после чего немедленно начинают отмывку фильтров водой со скоростью 8—10 м/ч. Промывка катионита водой продолжается около 2 ч до достижения рН промывной воды 5—5,5.

Промывка угольного фильтра проводится ежедневно в течение 40—50 мин встречным потоком хлорированной воды.

Керамические свечи ежедневно должны промываться водой, пропускаемой в направлении, обратном фильтрации, в течение 10 мин.

Очистку и дезинфекцию свечей керамического фильтра необходимо проводить не менее одного раза в 15 дней, для чего свечи кипятят в 5%-ном растворе бикарбоната натрия, затем помещают в 1%-ный раствор перманганата калия на 10—12 ч, после чего промывают водой.

Техническая характеристика установок для подготовки воды системы НПО ПБ

Производительность, м ³ /ч	6,0	12,0
Жесткость воды, мг-экв/л		
на входе в установку	10	10
на выходе из установки	2	2
Концентрация ионов в воде на выходе из установки не должна превышать, мг/л.		
железа	0,3	0,3
марганца	0,1	0,1
алюминия	0,3	0,3
Расход воды на взрыхление, промывку, регенерацию фильтров и др. вспомогательные операции, м ³ /ч	1,4	2,8

Расход, кг/г		
хлорной извести	0,3	0,6
перманганата калия	2,0	4,0
Мощность электродвигателей, кВт	13	20

ТЕХНОЛОГИЯ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОРТОФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

НПО ПБП разработана технология приготовления безалкогольных напитков с применением ортофосфорной кислоты для частичной замены ею лимонной кислоты.

Пищевая ортофосфорная кислота должна соответствовать ГОСТ 10678—76. Она выпускается в виде сиропообразных бесцветных концентрированных растворов относительной плотностью от 1,520 до 1,745, которые растворяются в воде в любых соотношениях.

При изготовлении купажей напитков допускается замена до 20% мас. лимонной кислоты в пересчете на сухое вещество пищевой ортофосфорной кислотой.

Необходимое количество пищевой ортофосфорной кислоты (в мл) для приготовления 100 дал напитков рассчитывают по формуле

$$x = \frac{ac \cdot 0,50 \cdot 1000}{A \cdot 100},$$

где a — закладка лимонной кислоты по рецептуре (в пересчете на сухое вещество), г;

c — допустимая замена лимонной кислоты ортофосфорной, %;

0,50 — пересчетный коэффициент для приведения кислотности;

A — содержание ортофосфорной кислоты в 1 л ее концентрированного раствора, г.

Величина A устанавливается по приведенному в табл. 8 соотношению между относительной плотностью растворов и содержанием ортофосфорной кислоты в растворе.

Купажные сиропы с использованием пищевой ортофосфорной кислоты готовят в соответствии с требованиями технологической инструкции по производству безалкогольных напитков, не нарушая общепринятой последовательности внесения составных купажа. После внесения необходимого количества водного раствора лимонной кислоты добавляют требуемый объем концентрированной пищевой ортофосфорной кислоты.

При изготовлении напитков с использованием пищевой ортофосфорной кислоты не допускается контакт с углеродистыми сталями и алюминием. Стойкими к растворам пищевой ортофосфорной кислоты являются легированные стали X18H10T, OX23H283M3T (ЭИ—943), а также бронзы алюминиевые.

Необходимо учитывать, что пищевая ортофосфорная кислота пожаро- и взрывоопасна, агрессивна, обладает водоотнимающим свойством. При длительном воздействии на кожу вызывает воспа-

лительные явления, пары кислоты вызывают атрофические процессы слизистой оболочки носа. Работать с концентрированной пищевой ортофосфорной кислотой следует аккуратно.

Случайно пролитую кислоту засыпают мелким песком или известью для нейтрализации, после чего замывают это место водой и вытирают насухо.

При попадании концентрированной пищевой ортофосфорной кислоты на кожу пораженное место нужно быстро промыть водой. При фасовке концентрированной пищевой ортофосфорной кислоты надлежит пользоваться респиратором.

Т а б л и ц а 8

Соотношение между относительной плотностью растворов и содержанием ортофосфорной кислоты в растворе

Относительная плотность раствора	Количество ортофосфорной кислоты, г/л раствора	Относительная плотность раствора	Количество ортофосфорной кислоты, г/л раствора
1,520	1064,28	1,635	1321,04
1,525	1076,04	1,640	1331,82
1,530	1086,82	1,645	1343,58
1,535	1097,60	1,650	1354,36
1,540	1109,36	1,655	1366,12
1,545	1119,16	1,660	1377,88
1,550	1129,94	1,665	1388,66
1,555	1141,70	1,670	1400,42
1,560	1152,48	1,675	1411,20
1,565	1164,24	1,680	1422,96
1,570	1175,02	1,685	1433,74
1,575	1186,78	1,690	1445,50
1,580	1197,56	1,695	1457,26
1,585	1208,34	1,700	1468,04
1,590	1220,10	1,705	1479,80
1,595	1230,88	1,710	1491,56
1,600	1241,66	1,715	1502,34
1,605	1252,44	1,720	1514,10
1,610	1264,20	1,725	1525,86
1,615	1274,98	1,730	1538,60
1,620	1285,76	1,735	1549,38
1,625	1297,52	1,740	1561,14
1,630	1309,28	1,745	1571,92

Глава IV. ПРОИЗВОДСТВО КВАСА

Одним из наиболее рациональных способов производства кваса является приготовление его из концентрата квасного сусла, что позволяет значительно снизить потери сухих веществ в производстве по сравнению с настойным способом и, что самое главное, — перевести производство кваса на индустриальную основу.

ХАРАКТЕРИСТИКА И НАЗНАЧЕНИЕ КОНЦЕНТРАТОВ КВАСНОГО СУСЛА И КВАСА

Концентрат квасного сусла представляет собой продукт, получаемый путем затирания с водой ржаного и ячменного солодов, ржаной или кукурузной муки, или свежепроросшего томленого ржаного солода, или свежепроросшего ржаного солода и ржаной муки с применением ферментных препаратов с последующим осахариванием, осветлением, сгущением полученного сусла в вакуум-аппарате и тепловой обработкой продукта.

Он предназначается для приготовления хлебных квасов и напитков из хлебного сырья, а также для приготовления концентратов кваса.

По внешнему виду это вязкая густая жидкость темно-коричневого цвета, полностью растворимая в воде, кисло-сладкая на вкус (с незначительной горечью), имеющая аромат ржаного хлеба. Содержание сухих веществ 70 г на 100 г концентрата, кислотность 20—40 мл н. раствора NaOH на 100 г концентрата.

В охлажденном состоянии концентрат квасного сусла представляет собой густую малоподвижную массу, что затрудняет слив его из транспортной тары без предварительного подогрева.

Концентрат кваса выпускается трех наименований: концентрат Русского кваса, концентрат Московского кваса и концентрат кваса.

Концентраты Русского и Московского кваса получают путем купажирования концентрата квасного сусла с сахарным сиропом и лимонной кислотой в первом случае и с молочной — во втором.

Концентрат кваса получают из концентрата квасного сусла с добавлением сахарного сиропа и молочной кислоты или затиранием сухого ржаного и ячменного солода с водой с последующим сгущением полученного сусла и добавлением в него сахара, колера, молочной кислоты.

Концентрат Русского и Московского кваса предназначается для приготовления кваса в производственных и домашних условиях, а концентрат кваса, получаемый из сухих солодов, — для домашних условий.

По внешнему виду концентрат кваса представляет собой вязкую густую жидкость от светло- до темно-коричневого цвета, кисло-сладкую на вкус, с ароматом ржаного хлеба, полностью растворимую в воде.

Содержание сухих веществ в концентрате Русского и Московского кваса должно быть в пределах 72 ± 4 г/100 г, в концентрате кваса — не ниже 57, кислотность всех концентратов 25—30 мл н. раствора NaOH на 100 г концентрата, содержание солей тяжелых металлов, мышьяка и механических примесей не допускается.

ТЕХНОЛОГИЯ КОНЦЕНТРАТОВ КВАСНОГО СУСЛА И КВАСА

На заводах нашей страны получили распространение два способа производства концентрата квасного сусла. Исходным сырьем для первого из них служит рожь, для второго — сухой ржаной и ячменный солод, кукурузная или ржаная мука.

Первый способ имеет две разновидности. По одной из них для производства концентрата используют свежепроросший ржаной томленный солод в смеси с диастатическим, а по второй — свежепроросший диастатический солод с ржаной мукой. В обоих случаях применяют также ферментные препараты.

Технологическая схема производства концентрата квасного сусла из свежепроросшего томленного ржаного солода с применением ферментного препарата приведена на рис. 83.

Предназначенная для производства концентрата квасного сусла рожь норией 1 передается в бункер 2, откуда поступает на зерновой сепаратор 3. Зерновые примеси направляют в сборник 4, а очищенная от примесей и отсортированная рожь поступает в сборники 5 и 6, затем, пройдя весы 7, поступает в замочный чан 8, оснащенный воронкой 11 для слива сплава и устройством 13 для аэрации. Сплав зерна направляется в сборник 12. Воздух для аэрации зерна поступает в замочный чан от воздушного компрессора 9 через ресивер 10.

Замачивание проводят по следующему режиму. В замочный чан на половину его объема предварительно набирают воду температурой 15—17°C, затем струей вносят очищенную рожь с таким расчетом, чтобы над поверхностью зерна был слой воды для сбора и удаления сплава. Зерно интенсивно перемешивают, после чего оставляют в покое на 30—35 мин. Всплывшие зерна и примеси удаляют. По окончании промывки проводят воздушно-водяную замочку зерна. Для этого чан с промытым зерном заполняют водой той же температуры так, чтобы поверхность зерна была полностью покрыта водой.

Продолжительность замочки составляет 24 ч, за это время через каждые 8 ч воду сменяют.

При смене воды делается 2-часовая пауза, во время которой зерно находится без воды и его продувают воздухом.

Кроме того, через каждые 3—4 ч при замочке зерна проводят аэрацию зерна, для чего воздух вводят через барботер. Продувание воздухом длится 15—20 мин. В воду, идущую на последнюю замочку, вносят дезинфицирующее вещество — перманганат калия из расчета 50 г на 1 т зерна.

По окончании замочки воду из замочного чана сливают и зерно направляют в ящичную солодовню 14, где оно проращивается в течение 3—4 сут при температуре 12—16°C с периодическим увлажнением, аэрацией и ворошением ковшовым ворошителем 15. Проросшее зерно направляют в бункер, а затем шнековым транспортером 16 и норией 17 передают в камеру томления 18, в подситовом пространстве которой установлены калориферы 19 для подогрева воздуха. В камере солод оставляют на двое суток в покое для самосогревания. Температура его в нижнем слое достигает 30°C, в среднем от 55 до 60°C, в верхнем — 50°C. Через двое суток все три слоя тщательно перемешивают, солод слегка увлажняют и оставляют в покое еще на двое суток.

Полученный свежепроросший томленный солод характеризуется интенсивным ароматом ржаного хлеба, имеет темно-коричневый цвет и сладкий вкус. При сжимании в горсти он должен превращаться в клейкую массу.

Затем томленный солод транспортируют с помощью винтового транспортера 20 и нории 21 на механический волчок 22 для измельчения. Сюда же подают около 10—15% диастатического свежепроросшего солода.

Полученная однородная густая масса шнековым транспортером 23 передается в заторный аппарат 25, оснащенный мешалкой 26 и змеевиками для подогрева затираемой массы. Перед загрузкой солодов в заторный аппарат вносят суспензию ферментного препарата, которую приготавливают в сборнике 24.

После загрузки всего количества солодов затор перемешивают и повышают его температуру до 42°C, затем определяют рН затора (оптимальная величина рН должна быть 5—5,5).

Осахаривание затора рекомендуется вести по следующему режиму: выдержка при температуре 42°C в течение 40—50 мин, повышение температуры до 52°C с выдержкой при этой температуре 30 мин, повышение температуры до 63°C и выдержка при этой температуре от 1 до 2 ч, что определяется полной осахаривания,

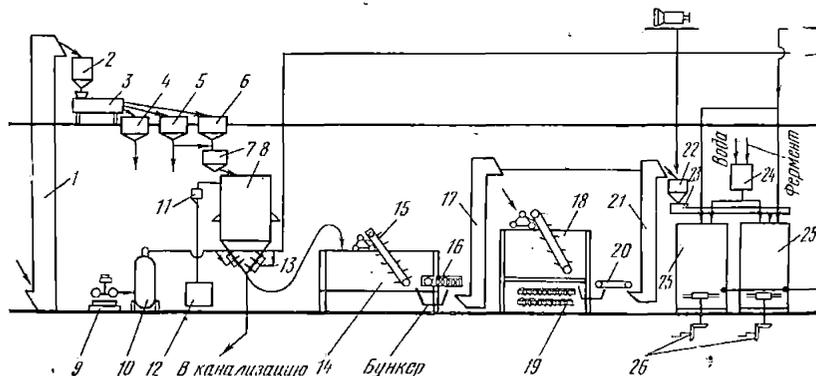


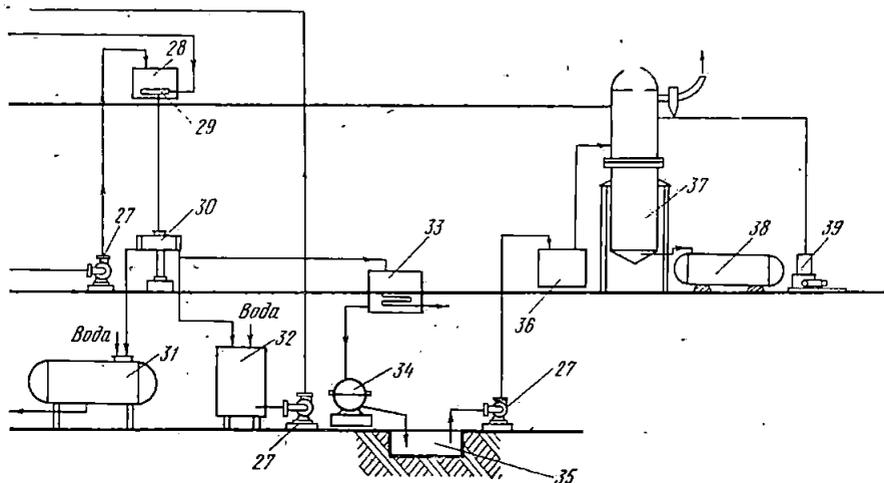
Рис. 83. Технологическая схема производства концентрата квасного сула из прена

повышение температуры до 67°C с выдержкой 30 мин, повышение температуры до 70°C и выдержка при этой температуре 20 мин, повышение температуры до 74°C и выдержка при этой температуре 20 мин.

Осахаривание прекращают, когда затор с йодом дает желтое окрашивание с коричневым оттенком.

Осахаренный затор насосом 27 перекачивают в сборник 28, оснащенный барботером 29, через который вводится воздух для предупреждения оседания твердых частиц зерна. Из сборника затор поступает на двухстадийное осветление. Грубая фильтрация проводится на центрифуге 30, после чего сусло поступает в сборник-коагулятор 33 для 30-минутного кипячения сусла и отделения белков, а затем на сепаратор 34 для тонкого осветления. После осветления в 100 г сусла должно содержаться 12—15 г сухих веществ. Полученную при центрифугировании дробину передают в сборник 32, промывают водой и перекачивают насосом 27 в заторный аппарат 25 для извлечения оставшихся экстрактивных веществ, после чего вновь направляют в напорный сборник 28, а оттуда на центрифугу 30. Дробину после второй промывки передают в сборник 31, из которого реализуют на корм скоту. Фильтрат, полученный после второго экстрагирования, пройдя коагулятор и сепаратор, поступает в сборник 35, где смешивается с первым суслом. Смесь насосом 27 перекачивается в питающий сборник 36, откуда поступает на вакуум-аппарат 37. Готовый концентрат квасного сусла сливается в сборник 38 для хранения. Разрежение в вакуум-аппарате создается вакуум-насосом 39.

Технологическая схема производства концентрата квасного сусла из смеси сухих солодов (ржаного и ячменного) и кукурузной или ржаной муки представлена на рис. 84.



свежепроросшего томленого ржаного солода с применением ферментного пата.

Для приготовления концентрата квасного сусла по этой схеме ржаной 1 и ячменный 2 солод, а также ржаную или кукурузную муку 3 взвешивают на весах 4; с помощью норрии 5 солод перемещают на дробилку 6, откуда ржаной солод поступает в разводный чан 7, снабженный мешалкой 9, где его разводят водой в соотношении 1 : 4.

Одновременно в другом разводном чане 10 кукурузную или ржаную муку смешивают с водой в том же соотношении до получения однородной массы и вносят 10% дробленого ячменного

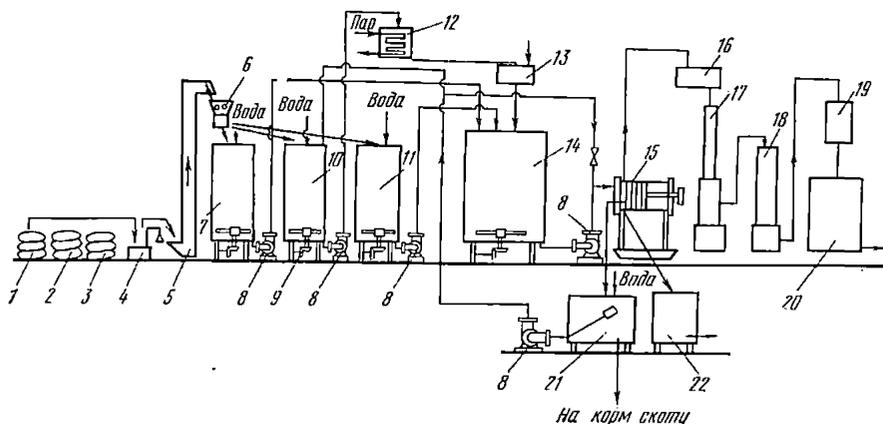


Рис. 84. Технологическая схема производства концентрата квасного сусла из смеси сухих солодов, кукурузной или ржаной муки.

солода от общего расхода. После этого смесь насосом 8 перекачивают в сборник-мерник 12, подогревают до 70°C, в результате чего смесь разжижается. Аналогично в разводном чане 11 готовят разводку ячменного солода.

Разжиженная разводка кукурузной или ржаной муки из сборника-мерника 12 передается в предразварник 13, где при давлении 0,35 МПа ее разваривают и клейстеризуют, затем выдувают в заторный аппарат 14, куда предварительно вносят разводку ржаного солода.

После этого при температуре 40°C в заторную массу вносят разводку ячменного солода, повышают температуру затора до 48°C и в течение 30 мин выдерживают смесь для расщепления белков протеолитическими ферментами, затем температуру затора повышают до 62—63°C и выдерживают затор при этой температуре 2 ч для осахаривания крахмала. Осахаренный затор после проверки на полноту осахаривания (проба с йодом) насосом 8 перекачивают на фильтр-пресс 15 для осветления.

Осветленное сусло, содержащее 12—14% мас. сухих веществ, подают в напорный сборник 16, откуда оно поступает в выпарной аппарат 17, где его сгущают до содержания сухих веществ 45—50% мас., а затем передают в вакуум-аппарат 18 для уваривания до содержания сухих веществ 69—70% мас.

Лепешки квасной гущи, полученные при фильтрации затора, направляют в сборник 21 и обрабатывают водой для извлечения оставшихся экстрактивных веществ. Второе сусло передают в чан 10 для разводки муки или направляют на фильтр-пресс. Лепешки после вторичной промывки направляют в сборник 22, откуда реализуют на корм скоту.

Уваренное сусло из вакуум-аппарата поступает в конвертор-19 для тепловой обработки при давлении 0,08 МПа с целью накопления меланоидинов и красящих веществ. Готовый концентрат квасного сусла поступает в сборник 20 для хранения.

При организации производства концентрата квасного сусла на заводах большой мощности (20—30 тыс. т. в год) приведенные схемы требуют уточнения в части аппаратурного оформления, что в первую очередь относится к оборудованию для измельчения свежепроросшего солода, осветления заторов и уваривания сусла.

НПО ПБП разработана новая технологическая схема производства концентрата квасного сусла, в которой учтены опыт работы передовых предприятий, выпускающих концентрат квасного сусла (ККС) и солод, достоинства и недостатки существующих схем производства ККС. Технология предусматривает получение ККС из сухого ячменного и ржаного ферментированного солода, кукурузной муки и ферментных препаратов. Ферментированный ржаной солод по этой технологии готовят по способу «статической» солодовни, осветление заторов проводят на центрифуге и фильтр-прессах, а уваривание квасного сусла — в многокорпусных выпарных аппаратах.

Технология концентрата Русского и Московского кваса заключается в купажировании ККС, сахарного сиропа, колера, лимонной и молочной кислоты (концентрат кваса, концентрат Московского кваса), которые вносят в купажный чан в определенном соотношении.

После тщательного перемешивания концентраты разливают в транспортную тару.

Концентрат кваса, кроме указанного выше способа, может быть приготовлен путем затирания сухого ржаного и ячменного солода с водой, снятия сусла с квасной гущи, последующего купажирования его с сахаром, колером и молочной кислотой, кипячения смеси для уничтожения слизеобразующих бактерий и розлива готового концентрата в транспортную тару. Следует отметить, что последний способ производства концентрата кваса малоэкономичен, так как при затирании теряется значительное количество экстрактивных веществ ржаного и ячменного солодов, а сам концентрат содержит их намного меньше, чем приготовленный на основе ККС.

Производство кваса из ККС и концентрата кваса организуется по технологической схеме, приведенной на рис. 85.

В соответствии с технологической схемой сахар, хранящийся в мешках 1, после взвешивания на весах 2 с помощью норрии 3 за-

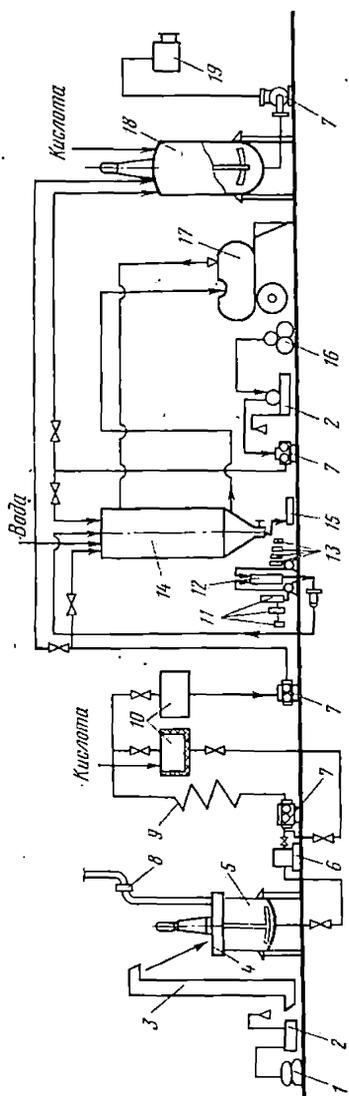


Рис. 85. Технологическая схема производства кваса из концентратов красного сусла и кваса.

гружается в сироповарочный котел 5, снабженный бортовым отсосом 4 и мешалкой. Образующиеся при варке сиропа пары удаляются вентилятором 8. Готовый сахарный сироп после 30-минутного кипячения, пройдя сетчатую ловушку 6, передается насосом 7 через противоточный холодильник 9 в сборники 10 для инверсии сахарозы и хранения готового сиропа.

Концентрат красного сусла поступает на завод в бочках 16. После взвешивания на весах 2 необходимое количество его перекачивается шестеренчатым насосом 7 в бродильно-купажный аппарат 14, куда затем задается определенное количество воды, сахарного сиропа и комбинированной закваски. Смесь тщательно перемешивается и сбраживается.

Комбинированная закваска готовится в сборнике 12, куда задаются разводки чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий. Разводка чистых культур дрожжей готовится в трех дрожжанках 11, а молочнокислых бактерий — в четырех емкостях 13. Сброженное красное сусло после охлаждения и отделения дрожжевого осадка, который поступает в сборник 15, купажируют с сахаром и концентратом красного сусла, тщательно перемешивают и под давлением CO_2 направляют на изобарический розлив в автотермодистерны 17. Купаж Московского или Русского кваса готовят в купажном сборнике 18.

При приготовлении Московского и Русского кваса из концентратов этих напитков концентраты перекачивают в сборник 19, откуда направляют для смешивания с водой и розлива.

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНЦЕНТРАТОВ КВАСНОГО СУСЛА И КВАСА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Применение концентратов красного сусла и кваса вместо красных хлебцев или хлебоприпасов позволяет повысить содержание

сухих веществ в квасном сусле, в результате чего сокращается расход сахара на производство кваса. При этом физико-химические показатели кваса остаются в пределах, предусмотренных действующими стандартами, а органолептические показатели за счет более высокого содержания в квасе экстрактивных веществ хлебного сырья значительно улучшаются.

Применение концентрата квасного сусла позволяет снизить потери сухих веществ на 15—18% за счет более полного извлечения экстрактивных веществ из исходного сырья по сравнению с настольным методом производства кваса.

Выработка концентратов квасного сусла и концентратов кваса на специализированных заводах упрощает механизацию и автоматизацию погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ при разгрузке исходного сырья и отгрузке готовой продукции, что позволяет снизить трудовые и денежные затраты на производство продукции.

Кроме того, при производстве напитков из концентратов вследствие уменьшения объемов исходного сырья значительно снижаются транспортные расходы и затраты на строительство складских помещений для хранения сырья.

Наряду с этим достигается значительная экономия материальных ресурсов за счет: 1) ликвидации ряда технологических процессов (выпечка квасных хлебцев, дробление хлебцев и др.); 2) снижения расхода топлива, электроэнергии, холода на нагрев и охлаждение сусла при производстве кваса; 3) сокращения стоимости технологического оборудования квасоваренных цехов.

ОСВЕТЛЕНИЕ КВАСНЫХ ЗАТОРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОНЦЕНТРАТА КВАСНОГО СУСЛА

До настоящего времени осветление солодовых заторов на заводах, вырабатывающих концентрат квасного сусла, являлось «узким местом» технологии этого продукта.

На большинстве заводов осветление солодовых заторов вели методом декантации с последующей фильтрацией на фильтр-прессах. Такой способ осветления сопровождался повышенными потерями экстрактивных веществ в солодовой дробине и, что самое главное, был очень длительным.

На Киевском экспериментальном заводе солодовых экстрактов для грубого осветления квасных заторов используют центрифуги НОГШ-325 и для тонкого — сепаратор ВСС-2. Центрифуги НОГШ-325, выпускаемые Харьковским турбинным заводом и Сумским машиностроительным заводом им. Фрунзе, представляют собой непрерывно действующие горизонтальные машины со шнековой разгрузкой квасной гущи. Основным узлом центрифуги является ротор цилиндрикоконической формы, помещенный на двух опорах с подшипниками. С торцов ротор закрыт откидными цапфами-крышками. Опорные подшипники покоятся на станине. Ро-

тор приводится в движение от электродвигателя через клиноремную передачу.

Внутри ротора размещен конический шнек, вращение которого передается от ротора через редуктор. Редуктор обеспечивает вращение шнека в одном направлении с ротором при отставании по скорости на 1% от числа оборотов самого ротора. Такая разница в угловых скоростях шнека и ротора вызывает принудительное непрерывное продвижение твердой фазы (квасной гущи) по внутренней поверхности барабана ротора.

Через полые цапфы ротора и шнека проходит питающая труба, через которую под напором поступает затор для центробежного разделения на фугат и осадок.

Суспензия (затор) поступает через окна полости барабана шнека во внутреннюю полость ротора. При непрерывном вращении ротора под действием центробежных сил твердая фаза отделяется от жидкой, оседает на стенках ротора и перемещается шнеком к разгрузочным окнам в узкой его части. Квасная гуща поступает в промежуточный бункер, из которого шнеком или иным устройством подается для промывки или утилизации.

Жидкая фаза (сусло) перемещается в противоположном направлении к широкой стороне ротора в приемный отсек кожуха центрифуги — на выход.

Техническая характеристика центрифуги НОГШ-325

Производительность, л/ч	3000
Диаметр (наибольший) ротора, мм	325
Длина ротора, мм	540
Фактор разделения	360—1600
Передаточное число редуктора	0,284
Мощность электродвигателя, кВт	7
Частота вращения, об/мин	
электродвигателя	3000
шнека	16,5—23,5
ротора	2000—3000
Габаритные размеры центрифуги, мм	1500×1470×570
Масса, кг	680

Устройство сепаратора ВСС-2 описано в разделе «Центрифуги и сепараторы для осветления пивного сусла». В процессе эксплуатации оборудования установлено, что производительность центрифуги НОГШ-325 на осветлении заторов из ржаного ферментированного солода возрастает с увеличением фактора разделения от 364 до 1060. При дальнейшем повышении фактора разделения до 1525 производительность уменьшается. Оптимальная производительность при факторе разделения 1060 составляет 300 дал/ч. При этой производительности содержание взвесей в сусле (унос твердой фазы) минимальное (0,55—0,6% мас.). Относительная влажность дробины при таком режиме 73,5—75%.

Во второй фазе осветления на сепараторе ВСС-2 при производительности 300 дал/ч достигается эффективное осветление сусла,

содержание взвешенных частиц в нем составляет 0,2—0,4 г/л, что обеспечивает высокое качество концентрата после вакуум-сгущения осветленного сусла.

ТЕХНОЛОГИЯ ПАСТЕРИЗОВАННОГО РУССКОГО КВАСА

При производстве Русского кваса, подлежащего пастеризации в целях последующего длительного хранения, должны предъявляться повышенные требования к качеству сырья, в том числе и к его микробиологической чистоте. Особое внимание должно уделяться соблюдению микробиологической чистоты производства и сохранению диоксида углерода в напитке.

Напиток Русский квас представляет собой насыщенный CO_2 водный раствор смеси сахарного сиропа, концентрата квасного сусла и лимонной кислоты или водного раствора концентрата Русского кваса. Содержание сухих веществ в напитке 10 г на 100 г напитка, кислотность 3,5 мл н. раствора NaOH на 10 мл напитка, содержание CO_2 не ниже 0,3% мас.

Используемая для приготовления напитка Русский квас вода должна быть прозрачной, бесцветной, не иметь запаха и постороннего привкуса. Недопустимо наличие в воде патогенных, ослизняющих и гнилостных бактерий.

Микробиологическую чистоту воды необходимо проверять не реже двух раз в месяц.

Предварительная подработка воды проводится согласно требованиям «Сборника технологических инструкций по производству безалкогольных напитков»: Общая жесткость воды после подработки должна быть не выше 1,426 мг-экв/л, причем постоянная жесткость не должна превышать 1,07 мг-экв/л, рН воды 6,8—7,3. Жесткость ее необходимо проверять не менее одного раза в смену.

Используемые для производства Русского кваса сахар-песок и сахар жидкий должны быть микробиологически чистыми. Не допускается наличие слизепобразующих бактерий лейконостока.

Сахар не должен иметь постороннего запаха и привкуса мелассы. Цветность его в единицах Штаммера должна быть до 1,0.

Концентрат квасного сусла должен иметь выраженный аромат ржаного хлеба, кисло-сладкий, слегка горьковатый вкус и темно-коричневый цвет.

Концентрат Русского кваса должен иметь выраженный аромат ржаного хлеба, кисловато-сладкий, без выраженной горечи вкуса и цвет от светло- до темно-коричневого.

По консистенции концентраты должны представлять собой вязкую густую жидкость.

Для приготовления пастеризованного Русского кваса желательно использовать концентрат квасного сусла, изготавливаемый с применением ржаной муки.

Технология приготовления пастеризованного Русского кваса из концентрата квасного сусла включает следующие производствен-

ные стадии: приготовление сахарного сиропа, приготовление купажного сиропа, приготовление готового напитка, наполнение бутылок Русским квасом и герметизация их, пастеризация Русского кваса.

Сахарный сироп готовят на заводах безалкогольных напитков по общепринятой технологии или доставляют с сахарорафинадных заводов в цистернах в виде сахара жидкого с содержанием сухих веществ 64 г/100 г. Из цистерн сахар жидкий перекачивают в предварительно тщательно вымытые мерные закрытые сборники для хранения и хранят не более четырех суток при температуре до 20°C. В дальнейшем сахар жидкий используют как сахарный сироп. Сахарный сироп на заводах безалкогольных напитков варят в эмалированных или из нержавеющей стали котлах с паровым обогревом при перемешивании механическими мешалками.

Для приготовления сиропа рассчитанное количество воды наливают в сироповарочный котел и нагревают до кипения. Не прекращая нагревания и перемешивания, в котел загружают требуемое количество сахара (по массе). После полного растворения сахара раствору дают закипеть, снимают шумовкой образующуюся на его поверхности пену. Удалив пену, раствор сахара при перемешивании кипятят не менее 30 мин для уничтожения микроорганизмов. По достижении содержания сухих веществ в сиропе 65—70 г/100 г варку прекращают и сироп в горячем состоянии фильтруют, затем охлаждают до 20°C и передают в предварительно вымытые мерные закрытые сборники для хранения.

Для получения инвертированного сахарного сиропа в соответствии с технологической инструкцией, утвержденной Главпиво СССР 22.05.74, сваренный, фильтрованный сироп с содержанием сухих веществ 65—70 г/100 г охлаждают до 70°C в противоточном холодильнике или сборнике, предназначенном для инверсии сахарозы.

Инверсию сахарозы проводят в эмалированных или изготовленных из нержавеющей стали аппаратах с перемешивающим устройством. В охлажденный до 70°C сироп вносят водный раствор лимонной кислоты из расчета 750 г кислоты на 100 кг сахара, смесь тщательно перемешивают и выдерживают при этой температуре 2 ч, периодически перемешивая.

При длительном охлаждении инвертированного сиропа (5 ч и более) выдержку сиропа при 70°C следует сократить до 1,5ч.

По истечении этого времени инвертированный сахарный сироп охлаждают до 20°C и передают в предварительно тщательно вымытые мерные закрытые сборники для хранения.

Правильное соблюдение технологии инверсии сахарозы позволяет получить инвертированный сахарный сироп с содержанием инвертного сахара не выше 55% и оксиметилфурфузола в пределах нормы, допущенной Минздравом СССР (не более 100 мг в 1 л напитка).

Купажный сироп готовят в закрытых эмалированных, алюминиевых или из нержавеющей стали емкостях (купажерах).

В купажах большого объема для перемешивания используют механические мешалки или диоксид углерода, подаваемый через специальное барботирующее устройство.

Расчет закладки сырья ведется на количество готового Русского кваса, намеченного к выпуску.

Купажный сироп Русского кваса готовят холодным способом. Процесс его приготовления из концентрата квасного сусла состоит из следующих стадий:

разбавление концентрата квасного сусла питьевой водой температурой не выше 15°C в соотношении 1 : 2;

отстаивание полученного квасного сусла в герметически закрытых емкостях в течение 10—12 ч, декантация и фильтрование осветленного сусла через мешочные фильтры;

приготовление 50%-ного водного раствора лимонной кислоты;

купажирование осветленного квасного сусла с сахарным сиропом и водным раствором лимонной кислоты;

фильтрование готового купажного сиропа через мешочные фильтры;

охлаждение купажного сиропа до температуры не выше 10°C .

Все полуфабрикаты вносят в купажер при перемешивании, соблюдая следующую очередность: 1) разведенный и фильтрованный концентрат квасного сусла; 2) сахарный сироп, 3) раствор кислоты.

Полуфабрикаты в купажере тщательно перемешивают и затем фильтруют купажный сироп через мешочные фильтры. В готовом купажном сиропе проверяют содержание сухих веществ, кислотность, содержание инвертного сахара, прозрачность, вкус, цвет и аромат.

Напиток Русский квас может быть приготовлен двумя способами:

1) внесение в бутылку дозы купажного сиропа и последующее разбавление его охлажденной деаэрированной, насыщенной CO_2 водой;

2) смешение охлажденной деаэрированной воды и купажного сиропа в соотношении 1 : 5 в машинах типа «Nollmix» и других систем, последующее насыщение смеси CO_2 и розлив готового напитка в бутылки.

Режим работы сатурационных и разливочных установок должен соответствовать требованиям инструкций по эксплуатации, разработанных применительно к каждому типу оборудования.

Непосредственно перед приготовлением Русского кваса вся аппаратура и трубопроводы должны быть тщательно промыты, продезинфицированы и проверены на непроницаемость.

Оптимальная температура купажного сиропа при приготовлении Русского кваса не должна превышать $+10^{\circ}\text{C}$, а воды $+4^{\circ}\text{C}$.

В течение смены необходимо периодически проверять точность дозирования, соотношение воды и купажного сиропа по содержанию сухих веществ в готовом напитке.

Вымытые бутылки перед наполнением Русским квасом должны быть проверены на чистоту мойки. Укупоривать бутылки следует кронен-пробкой с прокладкой из поливинилхлоридной пасты. При укупорке бутылок с Русским квасом, предназначенных для пастеризации, необходимо обращать внимание на полноту налива бутылки и обеспечение полной герметизации их.

Объем газового пространства в бутылках с Русским квасом, предназначенных для пастеризации, вместимостью 0,5 л должен быть не менее 20 мл, вместимостью 0,33 л — не менее 14 мл.

Для придания Русскому квасу биологической стойкости бутылки с квасом после розлива и укупорки направляют на пастеризацию.

При пастеризации на туннельных оросительных пастеризаторах применяют ступенчатое изменение температуры в отдельных зонах пастеризатора, через которые проходят бутылки с пастеризуемым напитком. При отсутствии таких пастеризаторов допускается пастеризация в ваннах, к которым подведены коммуникации пара и холодной воды или рассола. В ванны загружают ящики с бутылками, наполненными квасом.

Слой воды должен быть примерно на 10 см выше уровня бутылок. В рубашку ванны вводят пар и доводят температуру воды в ванне до требуемых пределов. Пастеризованный квас охлаждают холодной водой или рассолом, исходя из принятых режимов пастеризации.

Перед пуском туннельного пастеризатора необходимо проверить правильность работы автоматики по поддержанию задаваемых температурных режимов пастеризации и времени пребывания продукции в соответствующих зонах пастеризации. При проведении процесса пастеризации необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации туннельных пастеризаторов.

Ниже приводятся режимы пастеризации.

Для туннельного пастеризатора

Температура, °С	40	60	65—70	60	40	30	12
Продолжительность выдержки, мин	7	7	44	7	7	7	6

Для пастеризатора простейшего типа (ванны)

Температура, °С	45	65	45	35	25	10
Продолжительность выдержки, мин	15	35	10	10	10	10

Квас содержит азотистые вещества и углеводы и является благоприятной средой для размножения микроорганизмов, поэтому при его производстве требуется обращать особое внимание на чистоту сырья, емкостей для хранения концентрата квасного сусла, купажных чанов, трубопроводов, разливочной машины и т. д.

Пастеризованный Русский квас раз в неделю проверяют на общую обсемененность. В готовом пастеризованном квасе все неспорообразующие формы микроорганизмов должны отсутствовать.

Стойкость пастеризованного Русского кваса контролируют регулярным отбором бутылок с квасом и выдержкой их в течение 3 мес при температуре 20°C.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СБРАЖИВАНИЯ КВАСНОГО СУСЛА

На Киевском экспериментальном заводе безалкогольных напитков разработан и внедрен способ сбраживания квасного сусла в цилиндрикоконических бродительных аппаратах (ЦКБА) объемом 45 м³, позволяющий интенсифицировать этот процесс.

Конструктивно аппараты аналогичны применяемым в пивоваренной промышленности с незначительными изменениями. Применительно к условиям производства цилиндрикоконические аппараты дооборудованы циркуляционным устройством (в коническую часть танка и его сферическую крышку вварены штуцеры, установлен центробежный насос, смонтированы трубопроводы).

Установка для приготовления кваса состоит из четырех цилиндрикоконических бродительных аппаратов; три из них используются для брожения квасного сусла и один, дооборудованный устройством для отделения дрожжей, — для купаживания.

Для отделения дрожжей к нижней конической части аппарата приварено фланцевое соединение, к которому крепится ложное днище, состоящее из обечайки, двух соосных поворотных створок с рычагом регулирования, и камера дрожжеотделения с задвижкой Лудло. В верхней части корпуса ЦКБА установлена мешалка, а к крышке приварен питающий трубопровод, проходящий по всей высоте цилиндрической части аппарата.

Все ЦКБА укомплектованы дистанционными термометрами, манометрами, сигнализаторами уровня, контрольными термометрами, установленными как в цилиндрической, так и в конической

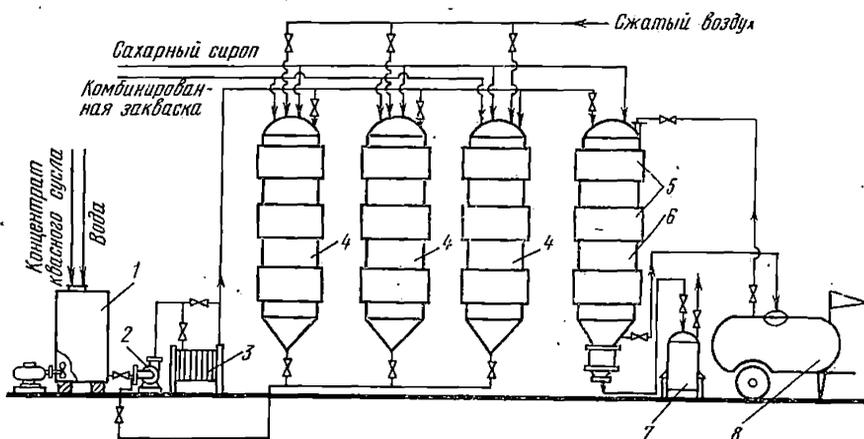


Рис. 86. Технологическая схема производства хлебного кваса в цилиндрикоконических бродительных аппаратах.

частях аппаратов, а также манометрами на нагнетательной линии рассола и рубашке.

Технологическая схема производства хлебного кваса в ЦКБА приведена на рис. 86.

Для приготовления кваса в сборник 1 для разведения концентрата квасного сусла ККС задают расчетное количество ККС и воды. Смесь тщательно перемешивают и центробежным насосом 2 перекачивают через теплообменник 3 в бродильные цилиндрико-конические аппараты 4. Сюда же вносят расчетное количество сахарного сиропа и комбинированной закваски. Перемешивание содержимого производится перекачкой «на себя». По окончании брожения сусло охлаждают в теплообменнике и перекачивают насосом 2 в ЦКБА 6 для купажирования с сахарным сиропом. Перед купажированием кваса проводят вторичное охлаждение сброженного сусла, для чего в рубашки ЦКБА вводится рассол. Осевшие дрожжи удаляют из аппарата в сборник 7, а готовый квас подается на розлив в цистерны 8. Все ЦКБА снабжены рубашками 5. Применение ЦКБА для приготовления кваса позволило сократить продолжительность брожения квасного сусла с 16—14 до 12 ч и, что самое главное, значительно снизить затраты времени на охлаждение сброженного сусла перед купажированием.

Глава V. ТЕХНОЛОГИЯ РОЗЛИВА МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Минеральные воды, разливаемые в бутылки, в зависимости от химического и газового состава, а также способа налива подразделяют на четыре технологические группы: 1) негазированные воды; 2) углекислые воды; 3) углекислые воды, содержащие железо; 4) гидросульфидные и гидросульфидно-сероводородные воды.

СХЕМЫ РОЗЛИВА МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

К первой технологической группе относятся наиболее стойкие минеральные воды, которые не подвергаются окислению в процессе розлива и не изменяют химического состава.

Технологическая схема розлива негазированных вод, относящихся к первой технологической группе, приведена на рис. 87.

Минеральная вода из скважин 1 под собственным напором или с помощью глубинного насоса подается в герметически закрытый сборник 3, установленный в каптажном сооружении 2. Из сборника 3 минеральную воду насосом 4 перекачивают в сборник 5 для хранения и по мере надобности подают насосом 4 на керамические фильтры 6, откуда она поступает в противоточный теплообменник 7, а затем в промежуточный сборник 8. Из этого сборника воду насосом 4 подают в сатуратор 9, куда из станции газификации 35 поступает диоксид углерода, доставленный на завод в специализированных цистернах 36. Насыщенная CO_2 минеральная вода направляется через обеззараживающую установку 10 в резервуар разливочной машины 22. Доставляемую на поддонах 11 в кулях 12 или ящиках 13 стеклотару укладывают в ящики

и подают по ленточному транспортеру 14 к автоматам для выемки бутылок из ящиков 15.

Извлеченные из ящиков бутылки подаются ленточным транспортером 14 к загрузочному устройству бутылкомоечной машины 18, проходя при этом мимо смотрового экрана 17. Вымытые бутылки пластинчатым транспортером 16 направляются к смотрово-

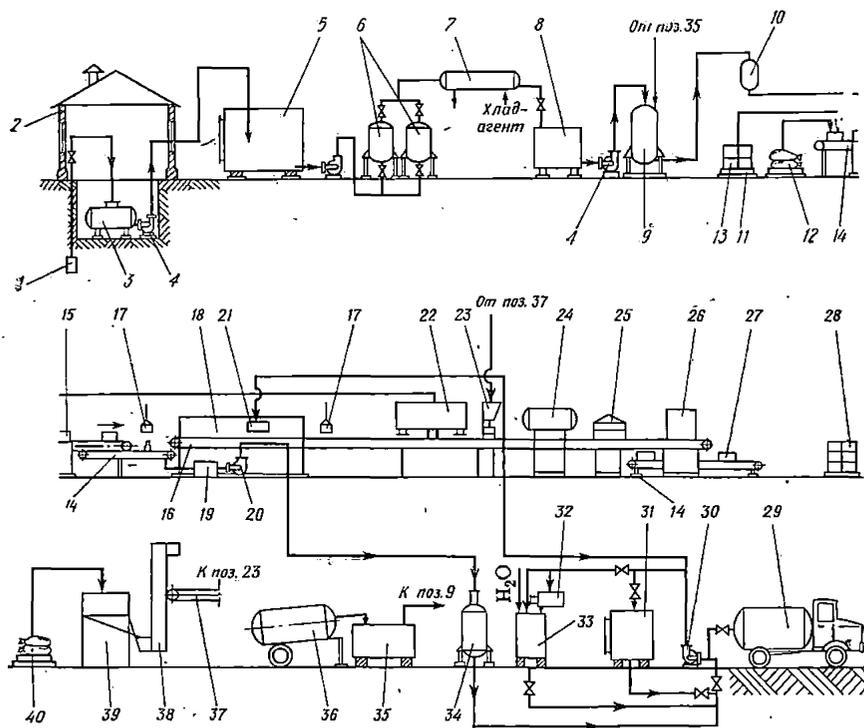


Рис. 87. Технологическая схема розлива негазированных минеральных вод, относящихся к первой технологической группе.

му экрану 17 для проверки качества мойки. Затем бутылки проходят последовательно разливочный автомат 22, укупорочный 23, бракеражный полуавтомат 24, этикетировочный автомат 25 и поступают на автомат для укладки бутылок в ящики 26, к которому ленточным транспортером 14 подаются порожние ящики.

Готовую продукцию, уложенную в ящики 27, укладывают на поддоны 11 в штабеля 28 для транспортирования в склад готовой продукции. Концентрированный раствор щелочи доставляют на завод в автоцистернах 29, из которых его насосом 30 перекачивают в сборник 31 для хранения.

По мере надобности концентрированный раствор щелочи насосом 30 из этого сборника перекачивают в сборник-мерник 32, откуда он поступает в емкость 33 для приготовления рабочего

раствора щелочи, или непосредственно перекачивают в сборник-мерник 21.

Отработавший раствор щелочи сливают в приемный сборник 19 и после отстаивания подают насосом 20 на фильтр 34, затем — в емкость для приготовления рабочего раствора 33.

Кронен-пробку для укупорки бутылок с минеральной водой доставляют на завод в мешках 40, уложенных на поддонах 11. Из мешков кронен-пробку засыпают в бункер 39, откуда она по лотку поступает в приемный бункер магнитного подъемника 38 и доставляется ленточным транспортером 37 к бункеру укупорочной машины.

Ко второй технологической группе относятся минеральные воды, химический состав которых подвержен изменению. Поскольку содержащийся в них диоксид углерода является стабилизатором химического состава, розлив таких вод в бутылки необходимо вести в условиях незначительного избыточного давления, создаваемого CO_2 , что исключит до минимума возможность дегазации.

Технологическая схема розлива минеральных вод, относящихся ко второй технологической группе, идентична приведенной выше, но все технологические операции, связанные с транспортировкой, хранением и розливом их, проводятся под незначительным избыточным давлением CO_2 .

К третьей технологической группе относятся воды, содержащие от 5 до 70 мг железа в 1 л.

Во избежание образования осадка в бутылке при розливе этих минеральных вод должны быть обеспечены условия, предотвращающие окисление железа и дегазацию вод в процессе розлива. С этой целью в минеральную воду вводят раствор стабилизирующих кислот — аскорбиновой или лимонной.

Минеральные воды, содержащие железо, относятся к водам неглубинной циркуляции. Они в наибольшей степени подвержены бактериальному загрязнению. Вторичное загрязнение вод возможно при перекачке, хранении, обработке и розливе в бутылки. Введение органических кислот может послужить источником питания для нетоксичных микроорганизмов, встречающихся в минеральных водах, в частности сульфатредуцирующих. Поэтому минеральные воды, содержащие железо, должны подвергаться обязательному обеззараживанию. Содержание CO_2 в готовой продукции должно быть не менее 0,4% мас., а для укупорки их следует использовать только кронен-пробки с прокладками из полимерных материалов, разрешенных к применению в пищевой промышленности Министерством здравоохранения СССР.

Розлив железистых минеральных вод, относящихся к третьей технологической схеме, проводится по общепринятой технологической схеме (рис. 87).

Дополнительный процесс стабилизации химического состава вод при розливе проводится по технологической схеме, показанной на рис. 88. Минеральная вода из скважины 1, расположенной в каптажном сооружении 6, поступает в герметически закрытый

сборник 3, снабженный предохранительным клапаном 2 и манометром. Из этого сборника вода насосом 4 перекачивается в сборник 5, откуда передается на производство. В питающий трубопровод к сборнику 5 вносят раствор стабилизирующей кислоты, концентрированный раствор которой находится в сборнике 8. Рабочий раствор готовят в сборниках 7, снабженных мешалками. Для предотвращения окисления в воде железа в сборниках 3 и 7 предварительно и в процессе работы постоянно поддерживают небольшое избыточное давление, создаваемое диоксидом углерода. Расход лимонной кислоты для стабилизации состава минеральных вод составляет 100 мг/л, а аскорбиновой — 80 мг/л.

В случае транспортирования минеральных вод, содержащих железо, на расстояние до 200 км используют герметичные автоцистерны, из которых предварительно вытесняют воздух диоксидом углерода, подаваемым из углекислотных баллонов. Стабилизирующий раствор при этом вводят в цистерну или промежуточную емкость, из которой также предварительно вытесняют воздух.

При использовании для транспортирования двухкамерных автоцистерн проводят последовательное вытеснение воздуха CO_2 и заполнение водой каждой камеры отдельно. Полноту вытеснения воздуха из цистерн и промежуточной емкости проверяют по помутнению баритовой или известковой воды, через которую барботируют воздух, выходящий из цистерн или промежуточной емкости. После полного вытеснения воздуха из цистерн или промежуточной емкости подачу CO_2 прекращают. Автоцистерны заполняют минеральной водой на $\frac{9}{10}$ объема. Транспортирование минеральной воды ведут под незначительным избыточным давлением CO_2 .

Для розлива гидросульфидно-сероводородных и гидросульфидных вод, объединенных в четвертую технологическую группу, могут использоваться минеральные воды с содержанием сероводорода до 20 мг/л и гидросульфидов до 30 мг/л. Так как содержащиеся в этих водах восстановленные формы серы предрасположены к окислению с образованием коллоидной серы, вызывающей опалесценцию воды, и, кроме того, ни сероводород, ни гидросульфидионы не являются полезными компонентами воды, в технологическую схему розлива таких вод вводят технологический прием, направленный на выведение их из состава минеральных вод.

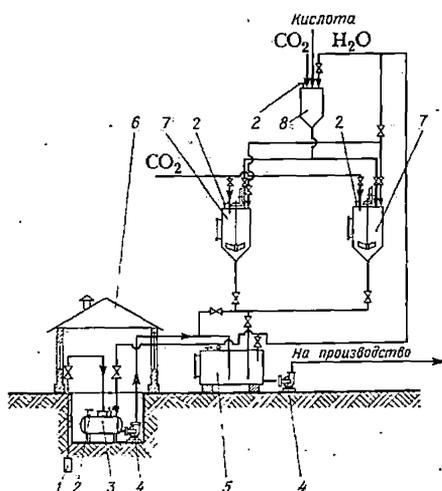


Рис. 88. Технологическая схема стабилизации химического состава железистых минеральных вод.

Розлив минеральных вод, объединенных в четвертую технологическую группу, проводится по технологической схеме, приведенной на рис. 87, с дополнительной обработкой воды CO_2 в скруббере. Для этого минеральную воду из накопительной емкости подают насосом в верхнюю часть скруббера, заполненного кольцами Рашига. Одновременно с этим в нижнюю часть скруббера подают CO_2 . Вода, стекая тонким слоем по поверхности колец Рашига, интенсивно контактирует с CO_2 , при этом происходит смещение равновесия в сторону образования сероводорода, который выносится из минеральной воды током диоксида углерода. Вода после десульфирования насосом направляется в сборник для хранения, а диоксид углерода, отходящий из скруббера, может быть подвергнут очистке и повторно использован.

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Наряду с известными способами биологической очистки воды или фильтрацией через обеспложивающие фильтры, хлорированием или озонированием, облучением ультрафиолетовыми лучами, обработкой ультразвуковыми волнами и термической обработкой в последние годы получил распространение метод обеззараживания воды ионами серебра. Известно несколько методов обработки — санации серебром, в том числе пропускание воды через колонки, заполненные посеребренными насадками — кольцами Рашига и т. д., ионирование воды в специальных установках — ионаторах и, наконец, обеззараживание сульфатом серебра. Последний метод получил распространение на заводах розлива минеральных вод.

Установка для обработки минеральных вод сульфатом серебра разработана Пятигорским НИИ курортологии и физиотерапии совместно с Кисловодским и Железноводским заводами розлива минеральных вод.

Введение в минеральную воду сульфата серебра, обеспечивающее в минеральной воде концентрацию серебра 0,15—0,2 мг/л, гарантирует в течение 2—4 ч полную гибель патогенной и условно патогенной микрофлоры, которая может находиться в минеральной воде вследствие сезонных колебаний ее обсемененности, попасть при поступлении воды по трубопроводу от скважины, при хранении в заводских резервуарах, обработке и розливе в бутылки.

Для дозирования сульфата серебра в минеральную воду используется установка Б7-ВОС-04, выпускаемая Костромским механическим заводом имени XVII партсъезда.

Санация минеральной воды серебром на заводах розлива минеральных вод позволяет ликвидировать операцию карантинной выдержки продукции на базисных складах, что дает значительный экономический эффект вследствие сокращения боя бутылок из-за уменьшения объема внутривозовских перевозок готовой продукции, сокращения численности обслуживающего персонала, ус-

жорения оборачиваемости оборотных средств и сокращения потребных производственных площадей.

Применение установки для санации минеральных вод определяется содержанием в воде хлоридов, которых должно быть не более 0,289 г/л, сульфатов не более 0,854 г/л и гидрокарбонатов не более 1,366 г/л, а также способом доставки минеральной воды от скважины до сборника воды на заводе и возможности обсеменения воды при этом сапрофитной микрофлорой.

Следует иметь в виду, что на применение установки Б7-ВОС-04 для санации минеральной воды в каждом отдельном случае должно быть выдано разрешение главного санитарного врача СССР.

Установка (рис. 89) смонтирована на сварной трубчатой раме 1, на которой размещается резервуар 4 для раствора сульфата

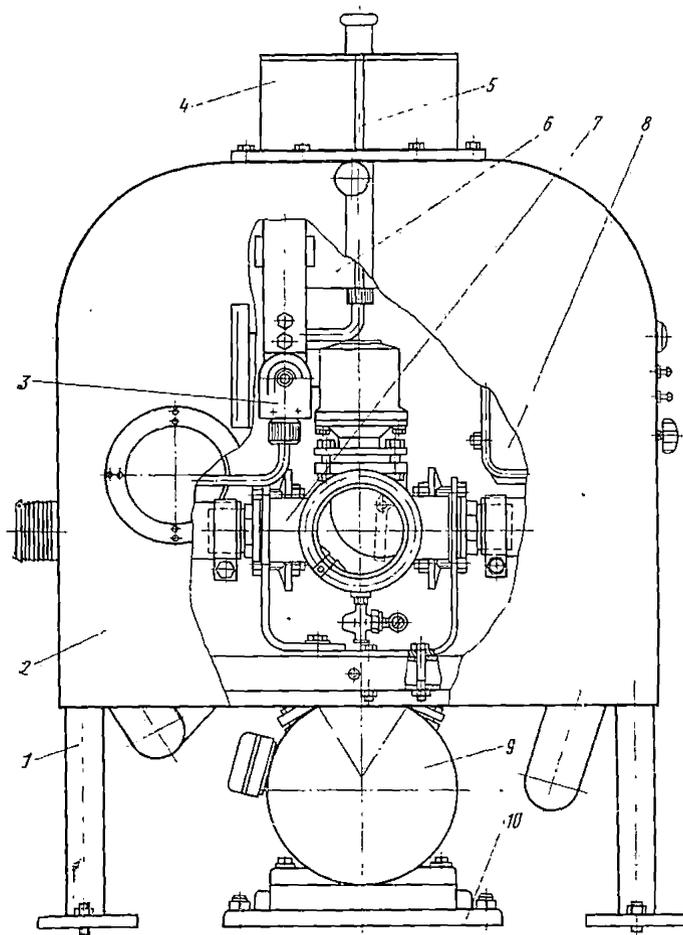


Рис. 89. Установка Б7-ВОС-04 для обработки минеральной воды сульфатом серебра.

серебра, имеющий смотровую щель 5, дозирующее устройство 3, пульт управления 8 и контрольно-смесительное устройство 7, а также запорный вентиль и водомер. В нижней части установки, под рамой, на фундаментной плите 10 размещен насос с электродвигателем 9. Все узлы установки закрыты кожухом 2. Расходный резервуар для сульфата серебра выполнен из органического стекла, окрашенного светонепроницаемой краской, что предупреждает выпадение серебра в осадок под действием света. Резервуар снабжен крышкой и воздушной трубкой, сообщающей его с атмосферой. Вместимость расходного резервуара 11 л, что позволяет залить в него запас раствора сульфата серебра, достаточный для двух смен работы. В состав дозирующего устройства входит напорный резервуар 6 вместимостью 0,8 л, который снабжен поплавковым клапаном и переливной трубкой для поддержания постоянного уровня жидкости.

Дозирующая система обеспечивает постоянство и точность дозирования раствора сульфата серебра игольчатым клапаном, перекрывающим проходное сечение канала при постоянном напоре дозируемой жидкости.

Корпус дозирующего устройства закреплен на кронштейне, несущем электромагнит, управляющий запорным клапаном на канале подачи раствора к игольчатому клапану.

Контрольно-смесительное устройство снабжено электромагнитным вентилем, перекрывающим магистраль подачи минеральной воды при отключении установки, водомером, указывающим расход минеральной воды, и смесителем раствора сульфата серебра с проходящей минеральной водой.

Минеральная вода подается центробежным насосом, установленным с электродвигателем на фундаментной плите. Пульт управления оборудован приборами управления, сигнализации и блокировки.

Установка работает следующим образом. Вихревой насос подает фильтрованную минеральную воду. Пройдя запорный вентиль и водомер, вода поступает в смеситель, который подсасывает за счет инжекции в насадке поступающий от дозирующего устройства раствор сульфата серебра, одновременно перемешивая его со всей массой жидкости.

Обработанная минеральная вода по резиновому рукаву поступает в каптаж цеха розлива, где выдерживается 2—4 ч для обеззараживания.

Раствор сульфата серебра, заливаемый в расходный резервуар, поступает в напорный резервуар по переливной трубке, где с помощью поплавкового клапана поддерживается постоянный уровень жидкости, а следовательно, и напор в трубопроводе перед игольчатым клапаном. Отрегулированный на определенную дозу, игольчатый клапан пропускает раствор сульфата серебра в приемную воронку смесителя, откуда он засасывается в него проходящим потоком воды.

Техническая характеристика установки Б7-ВОС-04

Производительность установки по минеральной воде, м ³ /ч	до 15
Содержание серебра в минеральной воде после санации, мг/л	0,15—0,2
Расход сульфата серебра (соли) для приготовления рабочего раствора на 1 л дистиллированной воды, г	7,22
Расход раствора сульфата серебра на 1 м ³ минеральной воды, мл	40
Габаритные размеры, мм	850×780×1345
Масса, кг	221,5

Глава VI. БЕСТАРНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИВА, КВАСА И МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

В настоящее время в пиво-безалкогольном производстве СССР и многих зарубежных стран получили распространение бестарное хранение и транспортировка сахара-песка, зерна, муки и других сыпучих материалов. Одновременно с этим в нашей стране широко внедряется бестарный способ транспортирования и хранения пива, кваса, минеральных вод, сжиженного диоксида углерода и сахара рафинированного жидкого.

Переход на бестарное хранение и транспортирование сырых материалов и готовой продукции вызван возросшей стоимостью мешковой тары, значительными затратами труда на погрузочно-разгрузочные операции и большими расходами на транспортирование фасованного сырья.

При бестарных перевозках достигается лучшее использование грузоподъемности подвижного транспорта, сокращаются потери сырья и, что особенно важно, представляется возможным механизировать погрузочно-разгрузочные работы.

Механизация погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ значительно повышает рентабельность производства, высвобождает рабочую силу, позволяет экономно использовать объем складов и площади производственных помещений, повышает производительность труда, снижает себестоимость продукции.

БЕЗБАЛЛОННЫЙ СПОСОБ ДОСТАВКИ И ХРАНЕНИЯ СЖИЖЕННОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Диоксид углерода, используемый для насыщения безалкогольных напитков и минеральных вод, промывки и карбонизации пива, является одним из основных видов сырых материалов на пиво-безалкогольных предприятиях и заводах розлива минеральных вод.

Сжиженный диоксид углерода на многие заводы доставляют и хранят в стальных баллонах.

Насыщение безалкогольных напитков, минеральных вод, а также карбонизация пива СО₂ из этих баллонов производится путем испарения за счет естественного теплопритока через стенку баллона или путем подогрева его теплой водой.

Такой способ транспортирования, хранения и использования сжиженного диоксида углерода имеет существенные недостатки, в том числе низкую оборачиваемость баллонов, высокую трудоемкость, небезопасность работы с ними, большие потери CO_2 и т. д.

Харьковским конструкторским бюро НПО ПБП разработан, испытан и внедрен на ряде заводов безбаллонный способ транспортирования, хранения и использования сжиженного диоксида углерода.

При этом вместо стальных баллонов, вмещающих 30 кг сжиженного CO_2 , используют изотермические резервуары вместимостью 2,6; 4,6; 8,9 и 12 т, а для длительного хранения — сборники вместимостью 50 и 100 т.

Для использования CO_2 на заводах-потребителях устанавливают станции газификации, в которых за счет подвода теплоносителя сжиженный диоксид углерода газифицируют и направляют в расходную сеть с заданными параметрами.

Существенным преимуществом безбаллонного способа транспортирования, хранения и использования сжиженного CO_2 является получение, хранение и транспортирование сжиженного CO_2 при давлении 0,8—1,2 МПа и температуре от $-43,5$ до -35°C (условно-равновесное состояние), что создает безопасные условия эксплуатации.

Большая скрытая теплота парообразования и малая энтальпия сжиженного CO_2 , находящегося в условно-равновесном состоянии, обеспечивают длительное хранение его в сжиженном состоянии, так как без подвода тепла он только частично переходит в газообразное состояние.

Аппаратурно-технологическая схема безбаллонного способа накопления и отпуска сжиженного CO_2 приведена на рис. 90.

Исходным продуктом для получения сжиженного CO_2 при указанных выше параметрах является диоксид углерода, сжиженный при давлении 6,0—7,4 МПа и температуре окружающей среды, который поступает из ресивера высокого давления 1 на дроссельный узел 3. После дросселирования до давления 0,8—1,2 МПа, при котором температура сжиженного CO_2 снижается до минус 35 — $43,5^\circ\text{C}$, полученная эмульсия поступает в вихреотделитель 4, где разделяется на газообразный и сжиженный диоксид углерода. Из вихреотделителя сжиженный продукт поступает в сосуды-накопители 5 и 6, а газообразный — в газовый смеситель 2, в котором смешивается с газообразным CO_2 , поступающим из влагоотделителя первой ступени компрессора, затем смесь газов поступает на всасывающую сторону второй ступени компрессора.

Сжиженный CO_2 из сосудов-накопителей 5 и 6 переливают в транспортные изотермические цистерны 7, для чего соединяют газовый и жидкостный вентили стационарных сосудов-накопителей резиноканевыми рукавами 8 и 9 с жидкостным и газовым вентилем транспортной изотермической цистерны. Затем открывают газовые вентили, выравнивают давление в этих сосудах, после чего

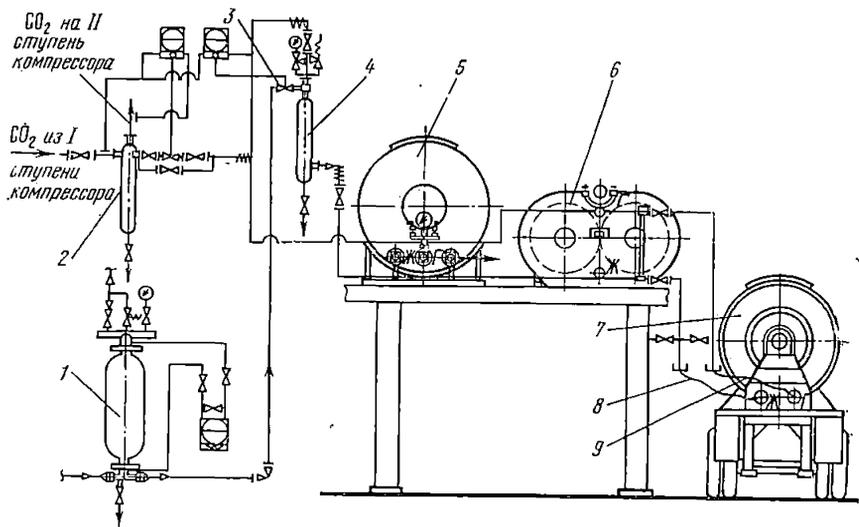


Рис. 90. Аппаратурно-технологическая схема безбаллонного способа накопления и отпуска сжиженного диоксида углерода.

открывают жидкостные вентили для слива сжиженного СО₂. После наполнения транспортной цистерны вентили закрывают и, прежде чем отсоединить резиноканевые рукава, открывают продувочные вентили для сброса давления в них.

Аппаратурно-технологическая схема безбаллонного использования сжиженного СО₂ показана на рис. 91.

Газовые и жидкостные вентили доставленной на завод-потребитель транспортной изотермической цистерны 1 с СО₂ подключают резиноканевыми рукавами 2 и 3 непосредственно к стационарному изотермическому резервуару 4 или при недостаточной разности высот транспортной и стационарной цистерн к всасывающей стороне насоса 7. Затем открывают вентили и сливают или перекачивают сжиженный СО₂. По окончании перелива жидкостные и газовые вентили закрывают и, прежде чем отсоединить рукава, сбрасывают давление через продувочные краны.

Автоматическая станция газификации 5 подключается к газовому и жидкостному коллекторам стационарного изотермического резервуара 4. В качестве теплоносителя на станции газификации используется пар давлением 0,2 МПа или горячая вода температурой 50—60°С. Сжиженный СО₂ поступает из стационарного резервуара через жидкостный коллектор и присоединительный патрубок станции в змеевики, к которым подведен теплоноситель, переходит в газообразное состояние и через автоматический регулирующий узел 6 поступает в расходную сеть с заданным давлением.

Изотермические резервуары, сконструированные Харьковским КБ НПО ПБП, представляют собой трубчатые барабаны диаметром 800—1200 мм с эллиптическими днищами, изготавливаемые из

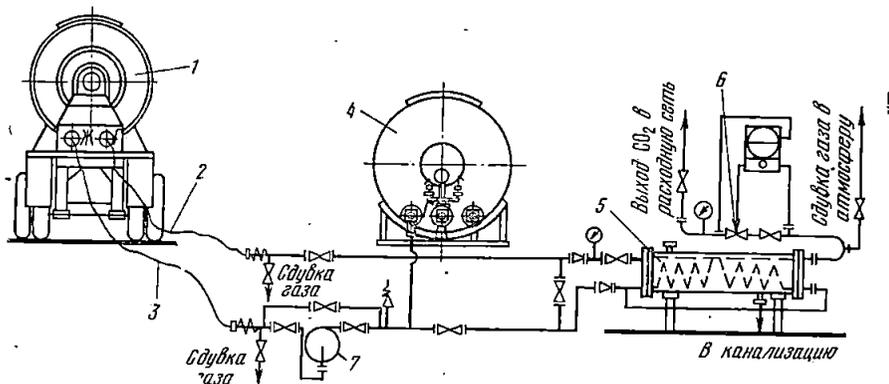


Рис. 91. Аппаратурно-технологическая схема безбаллонного способа использования сжиженного диоксида углерода.

низколегированной стали. Эти барабаны соединяют по несколько штук в одну конструкцию, приваривая стальные листы с боковой и торцевой сторон. Образующаяся при этом межбарабанная полость служит для подвода тепла при образовании сухого льда. Барабаны соединяют между собой жидкостными и газовыми коллекторами с установленными на них запорными вентилями, контрольно-измерительными приборами и двумя предохранительными пружинными клапанами. Резервуары снабжены уровнемерами. Вся конструкция заключена в жесткий каркас. Пространство между барабанами заполнено теплоизоляционным материалом. Изотермический резервуар такой конструкции вместимостью 4 т, состоящий из двух барабанов, применяют в качестве сосуда-накопителя на заводе-поставщике. Для хранения сжиженного CO_2 могут быть использованы резервуары, состоящие из трех секций барабанов без изоляции вместимостью 10 т.

Отечественными машиностроительными заводами серийно выпускаются специализированные резервуары для хранения и транспортирования сжиженного CO_2 . В отличие от описанной выше конструкции, созданной Харьковским КБ НПО ПБП, они представляют собой однокамерные сосуды, разделенные по функциям (кроме резервуара вместимостью 2,6 т) на стационарные и транспортные.

Техническая характеристика стационарных изотермических резервуаров

Тип резервуара	ЦЖУ-2М	ЧУГРСМ 00.000	НЖУ-8	НЖУ-12	НЖУ-46
Вместимость по продукту, кг	2600	4000	7500	11600	46750
Рабочее давление, МПа	0,8—2,2	0,8—1,2	0,8—2,5	0,8—2,5	0,8—2,5
Длительность хранения, сут	12	12	12	15	30
Габаритные размеры, мм					
длина	3620	6070	5030	7310	11515
ширина	1800	2271	2172	2172	3650
высота	1833	2730	2520	2520	4480
Масса, кг	2340	2326	6450	6800	36330

Техническая характеристика транспортной изотермической цистерны

Тип цистерны	ТЦЖУ-2М	ЧУГРСМ 00.000	ЦЖУ-6	УЖУ-9	УЖУ-37
Вместимость по продукту, кг	2600	4000	5500	9000	37000
Рабочее давление, МПа	0,8—1,2	0,8—1,2	0,8—1,8	0,8—1,8	0,8—2,0
Длительность хранения, сут	10	7	5	5	50
Габаритные размеры, мм					
длина	3570	6070	6550	7310	11515
ширина	1800	2271	2390	2172	3650
высота	1830	2730	3000	2530	4480
Масса, кг	2340	2326	3500	7900	45600

Газификаторы, используемые для газификации сжиженного CO_2 , представляют собой теплообменник с двумя змеевиками, снабженный регулируемыми давлением клапанами и манометрами. В первом змеевике сжиженный CO_2 при подводе тепла переходит в газообразное состояние и с заданным давлением поступает в расходную сеть. Газообразный CO_2 из второго змеевика поступает в изотермический резервуар, поддерживая в нем рабочее давление. Газификаторы выпускаются с горизонтальным и вертикальным расположением теплообменников. Общий недостаток их — большая металлоемкость.

Пример расчета экономического эффекта от внедрения безбаллонного способа доставки и использования сжиженного CO_2 на предприятиях пиво-безалкогольной промышленности

Безбаллонный способ доставки и использования CO_2 с применением сосуда-накопителя (НКУ-8А) позволит сократить потери CO_2 при наполнении емкости с 8 до 2% и при хранении с 5 до 2%, а также исключить трудовые затраты, связанные с обработкой, наполнением и транспортированием баллонов, и снизить амортизационные отчисления.

В расчете на годовой объем отгрузки 1000 т сжиженного CO_2 экономия затрат за счет снижения потерь при цене 100 руб. за 1 т составит

$$\frac{(13 - 4) \cdot 1000}{100} \cdot 100 = 9 \text{ тыс. руб.}$$

Экономия затрат за счет исключения затрат труда на наполнение баллонов составит

$$0,463 \cdot 1850 \cdot 1,434 = 1,2 \text{ тыс. руб.,}$$

где 0,463 — часовая тарифная ставка рабочего II разряда; 1850 — годовой фонд рабочего времени 1 рабочего, ч; 1,434 — коэффициент, учитывающий 30% дополнительной заработной платы, 6,8% отчислений в соцстрах и 6,6% затрат на спецодежду от суммы основной заработной платы.

Сокращение затрат на амортизацию (при норме 4,2%)

$$0,042 \cdot 6500 = 0,3 \text{ тыс. руб.,}$$

где 6500 — разница в стоимости старого и нового оборудования. Итого экономия затрат на 1 тыс. т

$$9,0 + 1,2 + 0,3 = 10,5 \text{ тыс. руб.}$$

Затраты на приобретение и монтаж установки в расчете на 1 тыс. т составляют около 9,6 тыс. руб.

Годовой экономический эффект при коэффициенте эффективности 0,15 в расчете на 1 тыс. т CO_2 составит

$$10,5 - 0,15 \cdot 9,6 = 9,0 \text{ тыс. руб.}$$

БЕСТАРНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ И ХРАНЕНИЕ САХАРА-ПЕСКА И САХАРА РАФИНИРОВАННОГО ЖИДКОГО

При бестарном способе перевозок сахар-песок транспортируют в специализированных автоцистернах различной вместимости, снабженных специальным вибрационным устройством для разгрузки. Продолжительность разгрузки автоцистерны вместимостью 3 т составляет 2 мин. Для бестарного хранения сахара используют бункера различной вместимости. Нижняя часть бункеров снабжается различными устройствами для разрушения сводов и разгрузки сахара. При разгрузке сахара бункера опоражниваются полностью.

Вследствие большой гигроскопичности сахара в помещении требуется поддерживать оптимальные температуру и влажность воздуха, обеспечивающие нормальную влажность продукта. Следует учитывать, что изменение температуры, а также явления химического и биологического характера вызывают образование инвертного сахара, что приводит к разрушению кристаллов. По данным чехословацких исследователей, относительная влажность воздуха должна быть не выше 86%. Снижение ее вызывает кристаллизацию сахара, а повышение — растворение. При температуре ниже точки росы сахар увлажняется. Цистерны для перевозки сахара и бункера для его хранения должны быть герметизированы. Температура воздуха внутри хранилища должна быть на 5°C выше наружной. Для этого бункера изолируют асбестом и стеклянной ватой, а стенки хранилища делают двойными с воздушной прослойкой.

За рубежом для хранения больших количеств сахара строят железобетонные силосы-склады, внутренние поверхности которых облицовывают водонепроницаемыми покрытиями. Часто силосы и склады строят из дерева и металла в комбинации с бетоном. В Чехословакии, Англии и США строят склады с внутренними колоннами, в которых устанавливают разгрузочные механизмы. В ФРГ для хранения сахара используют металлические силосы прямоугольного сечения вместимостью 50 т. Сахар к силосам доставляют в автоцистернах, откуда он поступает на выдвижной скребковый транспортер, а затем пневмотранспортом перемещается в силосы.

В США сахар хранят в ларях с двойными шнеками для ворошения.

Наиболее рациональная конструкция прямоугольного алюминиевого силоса для хранения сахара приведена на рис. 92. Для разрушения сводов и устранения зависания продукта на рассекателе 1 установлена перфорированная труба 4 для аэрации нижних слоев сахара нагретым воздухом, наружные стенки карманов 2 расположены под отрицательным углом α к вертикали. При длительном хранении сахара в зоне максимальных боковых давлений устанавливают вибропобудители или оборудуют аэропояса 3.

Цилиндрический алюминиевый силос (рис. 93) имеет аэрируемое днище с микропористой металлокерамической плитой 7 и ко-

ническим регулятором — рассекателем 8. Нагретый воздух подается в аэрокамеру 10 через штуцер 9. Для разрушения сводов и проталкивания сахара при разгрузке в конической части силоса расположены вибропобудители 1. Выгружают продукт с помощью сопла 6 по трубе 3, загружают через патрубков 5. В верхней части силоса установлен манометр с предохранительным клапаном 2. Для вытеснения сахара и аспирации силоса используют сжатый воздух, поступающий через штуцер 4. В силосах большой вместимости устанавливают на дне шнековые ворошители.

Получили также распространение бункера с днищем, имеющим уклон (не менее 5°) к месту выгрузки. Над основным днищем бункера на высоте 200 мм устраивается второе — из керамических плит, уложенных на стальную раму. В образовавшееся пространство подводится от вентилятора воздух, который смешивается с продуктом. Смесь приобретает свойство текучести, перемещается к течке и поступает через нее в приемную камеру шнекового питателя, который транспортирует ее на производство. Для устранения сводообразования в таком бункере может быть рекомендовано устройство, представляющее собой пульсирующие панели.

В США и Англии широкое распространение получили бестарная перевозка и хранение муки и сахара в контейнерах. Такой способ является промежуточным между хранением и транспортированием в мешках и насыпью. Контейнеры перемещают на заводах электропогрузчиками с вилочным захватом и для хранения устанавливают их один на другой.

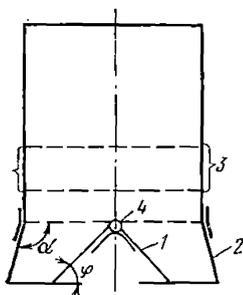


Рис. 92. Схема алюминиевого силоса прямоугольной формы.

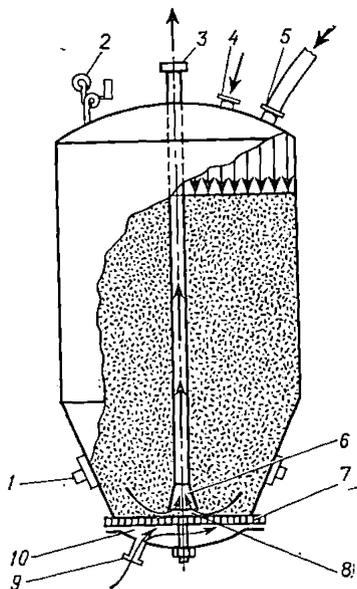


Рис. 93. Схема алюминиевого силоса цилиндрической формы.

В последние годы на отечественных заводах безалкогольных напитков получает распространение бестарный способ доставки и использование сахара рафинированного жидкого, выпускаемого сахарорафинадными заводами. На заводы-потребители его доставляют в автоцистернах и шестеренчатыми насосами перекачивают в сборники для хранения.

Во избежание обсеменения сахара жидкого микрофлорой продолжительность хранения его не должна превышать четырех суток.

БЕСТАРНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ И ХРАНЕНИЕ ПИВА И КВАСА

Широко практиковавшийся до недавнего времени розлив пива и кваса в бочки являлся наименее механизированной операцией в производстве этих продуктов.

Помимо погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ с бочками предприятиям приходилось выполнять их ремонт, мойку, удаление смолки, осмоление, замачивание и другие непроизводительные операции.

В настоящее время на многих заводах безалкогольных напитков внедрен розлив кваса в автотермоцистерны, который получил широкое распространение, а на пивоваренных заводах — бестарный способ перевозки пива и кваса и приема его торгующими организациями. Он заключается в изобарическом наполнении автоцистерн пивом или квасом, в которых эти напитки транспортируются в среде CO_2 под давлением до 0,07 МПа. В торговой сети пиво или квас сливают в специальные изотермические емкости, предназначенные для хранения и отпуска. Бестарный способ доставки пива и кваса в торговую сеть имеет ряд преимуществ, в частности отпадает необходимость в погрузочно-разгрузочных работах, изготовлении, профилактическом ремонте и обслуживании бочек. Затраты труда на заполнение автоцистерн пивом и квасом снижаются по сравнению с заполнением бочек в 3 раза и в бутылки — в 10 раз. Применение бестарного способа транспортирования и продажи пива и кваса, наливаемых в изобарических условиях и хранящихся под давлением CO_2 , позволяет, кроме всего прочего, лучше сохранить вкусовые качества продукта.

Для заполнения автоцистерн на пиво-безалкогольных предприятиях оборудуют станции налива.

Технологическая схема налива пива в автоцистерны приведена на рис. 94. Из мерников 1, куда подают фильтрованное пиво после заполнения их газообразным CO_2 , пиво сливают в транспортные автоцистерны 2, состоящие из двух камер 3, 4 в изобарических условиях, для чего соединяют верхние полости мерников и камер автоцистерны для выравнивания давления. Предварительно автоцистерны заполняют газообразным CO_2 , поступающим из баллона 5.

После выравнивания давления открывают вентили сливного коллектора мерника и наливного — автоцистерны. Окончание на-

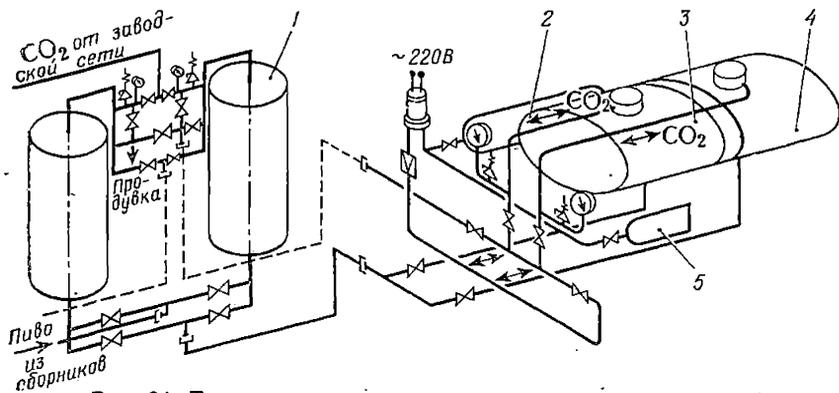


Рис. 94. Технологическая схема налива пива в автоцистерны.

лива определяют визуально через мерные стекла мерников. После заполнения автоцистерны закрывают соответствующие краны и отсоединяют сливной и переливной рукава. Пиво, находившееся в пивопроводах, направляют через трубу в емкость для исправного брака.

Для перевозки пива и кваса используют серийно выпускаемые автоцистерны АЦПТ-3,3-53А.

Техническая характеристика автоцистерн

	АЦПТ-3,3-53А	АЦПГ-3,0-53А	РЗ-ВЦП-3,3	РЗ-ВЦП-11
Вместимость автоцистерны, л	3300	3000	3300+40	11000
Объем одной емкости, л	1650	1500	—	3666
Рабочее давление в емкостях, МПа	до 0,07	0,07	0,07	0,07
Начальная температура пива, заливаемого в цистерны, °С, не более	8	8	8	8
Допустимое изменение температуры пива при температуре окружающего воздуха +30°С в течение 10 ч, °С	±2	±2	±2	±4
Число баллонов с CO ₂	1	2	2	2
Продолжительность наполнения цистерны или слива, мин	20	15	30	80
Диаметр пивопровода, мм	50	—	—	—
Материал рабочих секций	Сталь нержавеющей			
Габаритные размеры, мм				
длина	6250	6150	6150	13000
ширина	2300	2400	2380	2600
высота	2300	2300	2450	3200
Масса порожней цистерны, кг	4100	4400	4060	12700

Автоцистерны АЦПТ-3,0-53А представляют собой две емкости со сферическими днищами под общей изоляцией, расположенные на шасси автомобиля ГАЗ-53А под углом 1,5—2° к продольной оси машины. Они оборудованы запорной, контрольной и предохранительной арматурой. Для мойки и дезинфекции емкостей предусмотрены люки. Рабочее давление в цистерне не должно превышать 0,07 МПа.

Автоцистерна РЗ-ВЦП-3,3, серийно выпускаемая машиностроительным заводом им. К. Либкнехта, представляет собой емкость эллиптической формы со сферическими днищами, также установленную на шасси автомобиля ГАЗ-53А. Емкость имеет внутри объемную перегородку для предупреждения гидравлического удара и защищена теплоизоляционным слоем. Автоцистерны оснащены двумя баллонами с CO_2 , запорной, предохранительной и контрольной арматурой. Налив и слив пива или кваса в цистерну проводится изобарическим способом.

Автоцистерна РЗ-ВЦП-11 используется для междугородных перевозок пива. Основные части ее: автомобиль-тягач МАЗ-504А, полуприцеп МАЗ-5245, цистерна и ящик с баллонами для CO_2 .

Цистерна имеет три секции эллиптической формы со сферическими днищами, жестко соединенные между собой под общей теплоизоляцией. Секции снабжены внутри съемными перегородками для предупреждения гидравлических ударов. Цистерна установлена на полуприцепе с уклоном, обеспечивающим полный слив пива. Налив пива в цистерну и слив проводятся под давлением CO_2 . Чтобы предотвратить образование сухого льда в редукторе при дросселировании CO_2 , цистерна оборудуется подогревателем газа, устанавливаемым перед редуктором для дросселирования CO_2 .

При бестарном транспортировании пива и кваса в торговой сети эти продукты продают из специализированных изотермических емкостей-мерников марки МСИ-600 вместимостью 300 л.

Для устранения дефицита пива в отдельных городах страны и реализации излишков его в других городах в настоящее время внедряются междугородные перевозки пива в железнодорожных цистернах. Для этих целей Харьковским КБ НПО ПБП разработана станция налива и слива пива, состоящая из асфальтированной площадки с трапом для мойки и дезинфекции цистерны, емкости для раствора дезинфектора, приспособлений для мойки и дезинфекции, установки для подачи CO_2 .

Перед наливом железнодорожную цистерну моют, дезинфицируют, удаляют из нее воздух путем подачи газообразного CO_2 под давлением 0,03—0,065 МПа. Наполняют цистерны с помощью насоса на 99,8% объема. Станции слива пива должны быть оснащены холодильной установкой, установкой для хранения и подачи CO_2 , емкостями для приема, дображивания и учета принятого и отпускаемого пива, оборудованием для фильтрации и карбонизации его, установкой для дезинфекции цистерны.

Техническая характеристика железнодорожной цистерны-термоса Ждановского ордена Ленина завода тяжелого машиностроения

Грузоподъемность, т	55,25
Внутреннее давление по регулировке предохранительного клапана, МПа	0,15
Объем цистерны, м ³	52,7
Ходовая часть	Две двухосные тележки

Габаритные размеры, мм	
длина	10300
ширина	3250
диаметр цистерны (внутренний)	2800
Масса, т	26,4

БЕСТАРНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

На заводы розлива минеральных вод, размещенные в значительном удалении от источников, минеральную воду доставляют в автоцистернах; в последние годы получает распространение бестарный способ доставки минеральных вод на отдельные заводы розлива в железнодорожных цистернах.

Автоцистерны, используемые для перевозки минеральной воды, могут быть как однокамерные, так и двухкамерные, объемом от 2 до 10 м³. Они должны быть изготовлены из нержавеющей стали, пищевого алюминия или из стали, покрытой стеклоэмалью, снабжены герметически закрывающимися крышками и оборудованы штуцерами для присоединения питающих трубопроводов и слива минеральной воды из цистерн. Заполнять автоцистерны минеральной водой следует снизу. Для уменьшения дегазации воды ее следует подавать в цистерны со скоростью 0,6—0,8 м/с при избыточном давлении, не превышающем 0,05 МПа. Углекислые воды следует перевозить при избыточном давлении, создаваемом СО₂. Цистерны должны заполняться водой на 95—97% объема, этим достигается сохранение химического состава воды и предохранение цистерны от разрушения вследствие гидравлических ударов.

Плотота налива цистерн устанавливается с помощью переливных труб. Перевозка минеральных вод в автоцистернах разрешается на расстояние, не превышающее 200 км. Желательно, чтобы используемые автоцистерны были изотермическими.

Потери воды при перевозке в автоцистернах не должны превышать 1% об. Для уменьшения потерь необходимо обеспечить плотное соединение штуцеров автоцистерны с трубопроводом, подающим и отводящим воду из автоцистерн. Необходимо также следить за переливными трубами камер и при полном заполнении автоцистерны немедленно отключать поступление воды.

Для обслуживания автоцистерн, предназначенных для перевозки вод, выделяются постоянные работники, сдавшие технический и санитарный минимум, прошедшие медицинское освидетельствование и исследование на бациллоносительство.

Перевозка минеральных вод в железнодорожных цистернах практикуется в том случае, когда источники минеральной воды удалены на большие расстояние от заводов розлива и мест потребления.

К перевозке в железнодорожных цистернах допускаются минеральные воды, разрешенные Министерством здравоохранения СССР. Транспортирование должно осуществляться в условиях, обеспечивающих биологическую чистоту воды, сохранение ее естественных свойств и качеств.

Для транспортирования вод используются эмалированные герметические изотермические железнодорожные цистерны, оборудованные специальными стационарными устройствами для наполнения и слива, а также водомерными стеклами для измерения уровня воды в цистернах, предохранительными клапанами или компенсаторами.

Технологическая схема подготовки минеральных вод к транспортированию, налива их в железнодорожные цистерны, транспортирования и слива из цистерн должна состоять из следующих операций: подача воды от источника в резервуары; охлаждение, обеззараживание, насыщение воды диоксидом углерода; санитарная обработка цистерн; наполнение цистерн водой; транспортирование; слив воды из цистерн и хранение ее в заводских резервуарах.

Подача минеральной воды, обработка ее, заполнение железнодорожных цистерн водой, слив воды из них должны производиться на специальных станциях наполнения и слива.

Станция наполнения строится либо при действующих заводах розлива, либо рядом с каптажным сооружением. Она должна иметь подъездные железнодорожные пути и моечную станцию для мойки железнодорожных цистерн.

На станции наполнения минеральная вода подвергается первичной обработке, а вторичной — на заводе розлива воды в бутылки.

Первичная обработка состоит из охлаждения, фильтрации, обеззараживания сульфатом серебра или облучением ультрафиолетовыми лучами и частичного насыщения воды CO_2 до содержания свободного диоксида углерода 0,05—0,1 % мас.

Обработка воды на станции наполнения должна проводиться при тех же технологических режимах, что и на заводах розлива

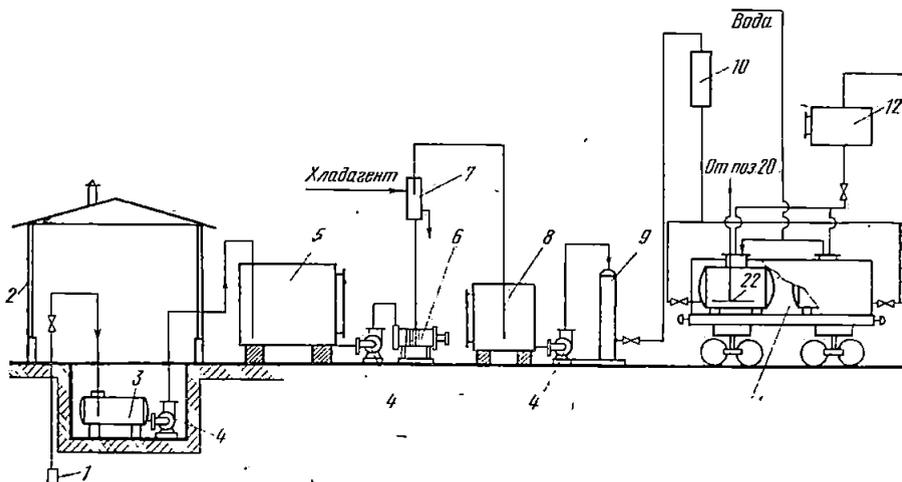


Рис. 95. Технологическая схема наполнения

минеральных вод в бутылки. Исключение составляет стадия насыщения воды CO_2 , так как оно должно проводиться при избыточном давлении на сатураторе 0,1—0,15 МПа.

Технологическая схема налива воды в железнодорожные цистерны на станции наполнения приведена на рис. 95.

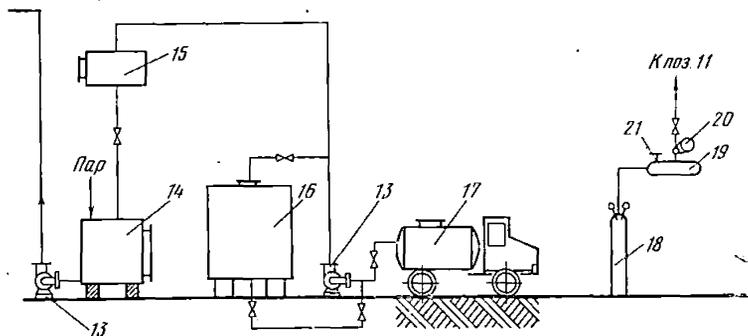
Минеральная вода из скважины источника 1 под собственным напором или с помощью глубинного насоса подается в герметически закрытый сборник 3, установленный в каптажном сооружении 2. Из сборника 3 минеральную воду насосом 4 перекачивают в сборник 5 для хранения.

Перед наполнением железнодорожной цистерны 11 минеральную воду насосом 4 подают на фильтр 6, противоточный холодильник 7, через промежуточную емкость 8 на сатуратор 9 и в обеззараживающую установку 10.

Предварительно железнодорожную цистерну моют щелочным раствором, который готовят в сборнике 14 и подают насосом 13 в сборник-мерник 12.

Моющий щелочной раствор готовят путем разбавления концентрированного раствора щелочи, доставляемого на станцию наполнения в автоцистерне 17, из которой насосом 13 его перекачивают в сборник 16 для хранения. Из сборника 16 концентрированный раствор по мере надобности подают через сборник-мерник 15 в сборник 14 для приготовления рабочего раствора. После мойки железнодорожной цистерны щелочным раствором и питьевой водой ее наполняют на $2/3$ питьевой водой, закрывают верхние люки и через барботер 22 пропускают газообразный хлор, который подают из баллона 18 через коллектор 19 и редуктор 20, снабженный предохранительным клапаном 21.

После барботирования хлора цистерну заливают питьевой водой до полного объема. Хлорную воду оставляют в цистерне в



железнодорожных цистерн минеральной водой.

течение 1 ч, затем сливают и отмывают цистерну питьевой водой до удаления следов хлора.

При заполнении железнодорожных цистерн воду подают снизу. Заполнение цистерны объемом 14 м³ продолжается 1 ч 15 мин.

Санитарная обработка и дезинфекция железнодорожных цистерн проводятся в соответствии с санитарными требованиями к эксплуатации каптажа, транспортированию, хранению, обработке и розливу природных минеральных лечебных, лечебно-столовых вод и хранению готовой продукции № 1188—74, утвержденными 7—18 октября 1974 г.

Воду транспортируют в железнодорожных цистернах при небольшом избыточном давлении и температуре воды от 10 до 20°С. При соблюдении этих условий допускается транспортирование воды в железнодорожных цистернах до 15 дней, считая со дня на-

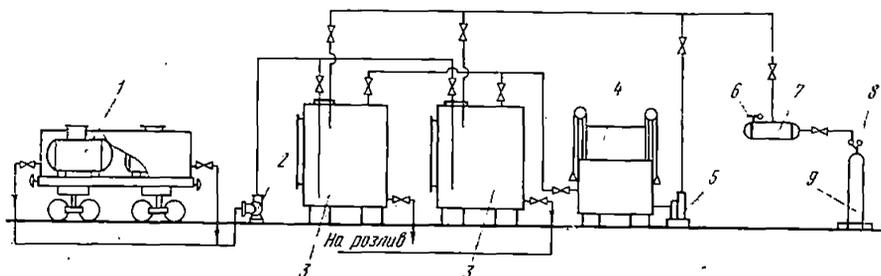


Рис. 96. Технологическая схема слива минеральной воды из цистерн.

полнения. Биологическая чистота воды должна соблюдаться в течение всего периода транспортирования и слива ее в заводские резервуары. Железнодорожные цистерны после заполнения минеральной водой должны быть запломбированы заводом-поставщиком.

На транспортируемую в железнодорожных цистернах минеральную воду заведующий лабораторией и начальник ОТК выдают сертификат, удостоверяющий качество продукции, в котором указываются показатели качества и количество отгружаемой воды.

Пробы на анализ перед транспортированием минеральной воды отбирают из каждой заполненной цистерны.

Железнодорожные цистерны, доставленные на завод-потребитель, принимают при исправных пломбах, подвергают предварительному осмотру и проверке уровня воды в них по водомерным стеклам.

Технологическая схема слива минеральной воды из железнодорожной цистерны показана на рис. 96.

Минеральную воду, доставленную на станцию слива в железнодорожной цистерне 1, насосом 2 перекачивают в мерные сборники 3, предназначенные для хранения, куда предварительно из баллона 9 через редуктор 8 и коллектор 7, снабженный предохра-

нительным клапаном 6, подают диоксид углерода для вытеснения воздуха. При наполнении мерных сборников 3 минеральной водой CO_2 вытесняется в газгольдер 4. При необходимости CO_2 из газгольдера может компримироваться с помощью компрессора 5 и возвращаться в сборники-мерники. В цехе розлива минеральная вода подвергается полной технологической обработке.

В случае перевозки вод различных наименований предусматриваются индивидуальные резервуары для каждого наименования воды.

Минеральные воды, транспортируемые в железнодорожных цистернах, сдают и принимают партиями. Партией считается количество цистерн, наполненных минеральной водой одного названия, одной даты розлива и оформленных одним документом о качестве.

Бестарное хранение минеральных вод проводится в заводских резервуарах, изготовленных из железобетона, облицованных кислотоупорной плиткой или не имеющих облицовки, а также изготовленных из стали или стали, покрытой стекломалью. Для хранения воды используются вертикальные и горизонтальные резервуары. Рационально использовать резервуары цилиндрической формы.

Хранить минеральные воды, не подвергавшиеся технологической обработке, следует не более двух суток. Углекислые воды следует хранить в герметичных резервуарах под током CO_2 . Неуглекислые воды разрешается хранить в закрытых негерметичных резервуарах. Хранение вод в резервуарах открытого типа недопустимо.

Все заводские резервуары должны быть обязательно поверены госповерителем и градуированы. Резервуары должны быть оборудованы люками для периодического осмотра и очистки, водомерными стеклами, переливной трубой с гидравлическим затвором, располагающейся на уровне максимального горизонта воды в резервуаре, сливной трубой для очистки и промывки резервуаров. Люки резервуаров должны иметь уплотнительные прокладки из резины и находиться под пломбой. Резервуары могут устанавливаться ниже поверхности земли в специальных углублениях или на поверхности земли. Целесообразнее располагать резервуары ниже поверхности земли, так как это исключит резкие перепады температуры воды при хранении.

С целью сохранения CO_2 в воде подавать воду в резервуар следует снизу.

Углекислые железистые воды следует хранить под слоем CO_2 при минимальном избыточном давлении.

Чистку и дезинфекцию резервуаров следует проводить не реже одного раза в год, а после ремонта и при бактериальном загрязнении — немедленно.

Глава VII. СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РОЗЛИВА ПИВА И БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ В БУТЫЛКИ

В последние годы на пиво-безалкогольных заводах получают распространение высокопроизводительные автоматизированные линии розлива. Внедрение таких линий позволяет полностью автоматизировать наиболее трудоемкие процессы, в том числе транспортирование штабелей ящиков с порожними бутылками, разборку штабелей, выемку бутылок из ящиков, мойку бутылок, розлив пива или напитков с предварительным приготовлением их, укупорку бутылок, бракераж готовой продукции, наклейку этикеток, укладку бутылок в ящики, формирование штабелей ящиков с готовой продукцией, транспортирование штабелей к месту отгрузки.

Автоматические линии розлива пива или газированных напитков состоят из отдельных автоматических машин, связанных транспортерами.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ЛИНИИ РОЗЛИВА

Увеличение выпуска пива и безалкогольных напитков в нашей стране требует значительного прироста мощностей моечно-разливочных цехов пиво-безалкогольных заводов, что может быть обеспечено за счет модернизации действующих линий розлива в направлении повышения их производительности и создания высокопроизводительных автоматизированных комплексных линий розлива. Отечественные машиностроительные заводы выпускают линии розлива пива и безалкогольных напитков производительностью 6 и 12 тыс. бутылок в 1 ч.

В стадии внедрения находится линия производительностью 24 тыс. бутылок в 1 ч.

Автоматические линии розлива производительностью 24 000 бутылок в 1 ч и выше рекомендуется размещать в отдельных, специально построенных зданиях ангарного типа, где кроме моечно-разливочного цеха следует располагать посудный цех и склад готовой продукции. Это позволит механизировать трудоемкие погрузочно-разгрузочные и складские операции и высвободить в главном корпусе площади для расширения варочного и броидильного цехов.

Для увеличения мощности цеха розлива пива за счет замены линий производительностью 6000 бутылок в 1 ч линиями производительностью 12 000 бутылок в 1 ч с размещением их на тех же площадях рекомендуется компоновка, осуществленная на Воронежском пивзаводе (рис. 97), где четыре линии розлива производительностью по 6000 бутылок в 1 ч заменены четырьмя линиями производительностью по 12 000 бутылок в 1 ч.

Различно-укупорочный автомат ВМБ-40/6 представляет собой моноблок, состоящий из разливочной и укупорочной машин производительностью 6000 бутылок в 1 ч и предназначенный для

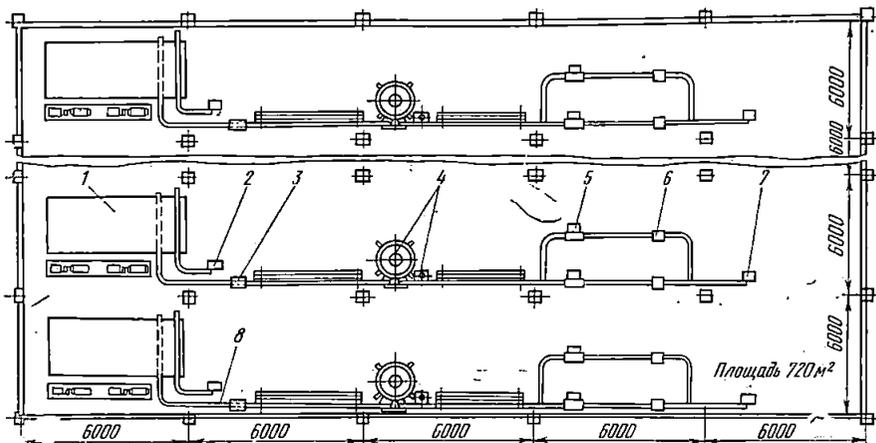


Рис. 97. Размещение четырех линий розлива пива производительностью по 12 000 бутылок в 1 ч на производственной площади, занимаемой ранее четырьмя линиями производительностью по 6000 бутылок в 1 ч:

1—бутылкомоечная машина; 2—автомат для выемки бутылок из ящиков; 3—бракеражный экран; 4—разливочно-укупорочный автомат; 5—бракеражный автомат; 6—этикетировочный автомат; 7—автомат для укладки бутылок в ящики; 8—пластинчатый транспортер.

ролива готовых газированных напитков, приготовленных на синхронно-смесительной установке.

Автомат (рис. 98) состоит из основания 1, на котором смонтированы разливочная и укупорочная машины. Бутылка подается пластинчатым транспортером 2 к вводной звездочке 8, которая устанавливает ее к наливателю 3. После того как через систему клапанов выравнивается давление в бутылке и кольцевом резервуаре с напитком 4, происходит заполнение бутылки напитком.

Затем выводная звездочка 9 перемещает бутылку к укупорочному патрону 7, куда из бункера 5 с помощью наборного диска 6 через течку поступает кронен-пробка. Укупоренные бутылки выводятся звездочкой на пластинчатый транспортер.

Габаритные размеры автомата 2680×2240×2480 мм, масса 3100 кг.

Тбилиским ГСКБ «Продмаш» разработаны, а Мелитопольским машиностроительным заводом «Продмаш» им. Воровского осваиваются производством автоматизированные линии розлива производительностью 24 тыс. бутылок в 1 ч для пива типа Б2-ВРТ, безалкогольных напитков типа Б2-ВРР и минеральных вод типа Б2-ВРФ.

Линия розлива пива состоит из автомата И2-АИА-24 для выемки бутылок из ящиков, бутылкомоечной машины Б6-ВМГ-24, разливочно-укупорочного блока Б2-ВРР/1, четырех машин Ф1-ВИМ-0,33/0,5 для инспекции пищевых жидкостей, двух этикетировочных автоматов А1-ВЭС, автомата И2-АУА-24 для укладки бутылок в ящики, транспортера Б2-ВРР/4 для бутылок, транспортера Б2-ВРР/5 для ящиков, шкафа электрооборудования Б2-

ВРР/9 и устройства Б2-ВРР/1-50 000 для подачи кронен-пробок в питающий бункер укупорочного автомата.

Автоматизированная линия розлива безалкогольных напитков комплектована также установкой Б2-ВРР/6 для приготовления напитка синхронно-смесительным способом, а линия розлива минеральных вод — установкой для насыщения воды CO_2 марки Б2-ВРФ/1.

Компоновка линии розлива безалкогольных напитков производительностью 24 тыс. бутылок в 1 ч типа Б2-ВРР показана на рис. 99.

Техническая характеристика линии розлива безалкогольных напитков типа Б2-ВРР

Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	6—8
Рабочее давление сжатого воздуха в линии, МПа	0,4
Расход пара при установившемся режиме, кг/г	900
Давление пара, МПа	0,25
Расход пара на пуск бутылкомоечной машины, кг	3300
Расход водопроводной воды на бутылкомоечную машину, м ³ /ч	22
Давление водопроводной воды в сети, МПа	147
Установленная мощность электродвигателей, кВт	0,28
Норма расхода CO_2 на 100 дал напитка, кг	26
Давление CO_2 , МПа	0,35—0,45
Масса линии с технологической нагрузкой, кг	14700

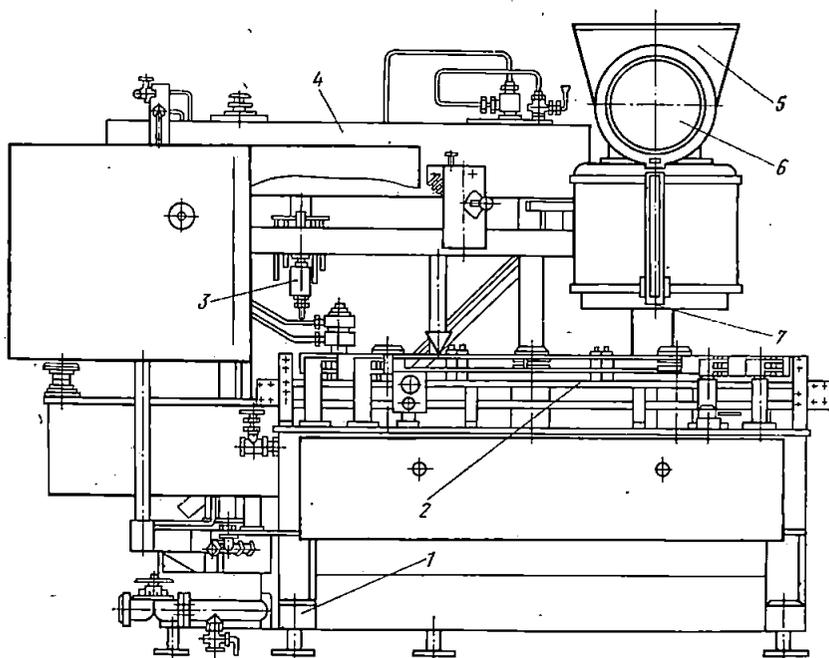


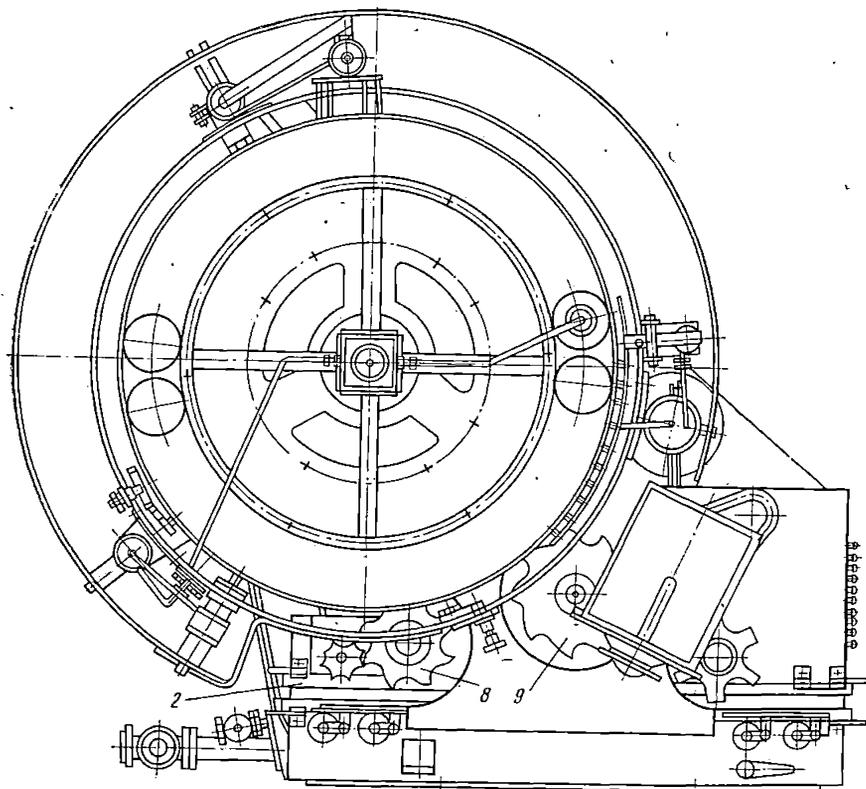
Рис. 98. Разливочно-укупорочный

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ЛИНИИ РОЗЛИВА ЗАРУБЕЖНЫХ ФИРМ

Некоторые пивоваренные, безалкогольные заводы и заводы розлива минеральных вод в нашей стране оснащены линиями автоматизированного розлива системы «Nagema» (ГДР), «Inwesta» (ЧССР), «Enzinger», «Holstein — Kappert», «Seitz» (ФРГ) и др. Производительность этих линий не превышает 30 тыс. бутылок в 1 ч, хотя ряд зарубежных фирм, в том числе и указанные выше фирмы ФРГ, выпускают линии розлива производительностью более 100 тыс. бутылок в 1 ч. Фирма «Enzinger» выпускает бутылкомочную машину «Riwella» производительностью от 8 до 90 тыс. бутылок в 1 ч. Машина (рис. 100) приспособлена для мойки бутылок вместимостью от 0,2 до 1,0 л, герметизируемых как крошен-пробкой, так и механическими затворами.

Узлы загрузки и выгрузки бутылок смонтированы на одном конце бутылкомоечной машины с фронта обслуживания. Для мойки бутылок применяются комбинированная система отмачивания и шприцевания и предшествующее этому двухступенчатое опрыскивание бутылок. В машине предусмотрено бесступенчатое регулирование температуры отмочного щелочного раствора от 70 до 80° С. Машина снабжена двумя барабанными фильтрами для удаления этикеток, рядом нерелефных окон для контроля всех фаз опрыскивания.

Приводится машина от трехфазного электродвигателя, снабженного тормозным устройством и бесступенчатым регулированием скорости вращения. Для подогрева щелочного раствора в ванне машины установлен теплообменник. Конструкция машины обеспечивает точное центрирование горлышек бутылок над опрыскивающими дюзами.



автомат ВМБ-40/6.

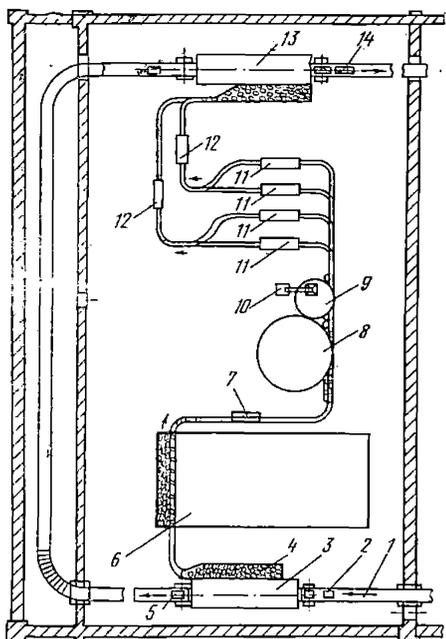


Рис. 99. Компоновка линии розлива безалкогольных напитков производительностью 24 тыс. бутылок в 1 ч типа Б2-ВРР:

1—ленточный транспортер; 2—ящики с порожними бутылками; 3—автомат для выемки бутылок из ящиков; 4—накопительный стол; 5—пустые ящики; 6—бутылкомоечная машина; 7—смотровой экран; 8—разливочная машина; 9—укупорочная машина; 10—устройство для подачи крошен-пробки; 11—инспекционный автомат; 12—этикетировочный автомат; 13—автомат для укладки бутылок в ящики; 14—ящики с готовой продукцией.

Эта же фирма выпускает многованные машины марки «Еурога» и «Stella».

Бутылкомоечная машина «Еурога» производительностью 12—80 тыс. бутылок в 1 ч (рис. 101) имеет комбинированную систему отмачивания и шприцевания бутылок. Это пятиванная машина, каждая ванна которой снабжена теплообменниками, оснащенными термометрами, что легко позволяет регулировать температуру моечного раствора в необходимых пределах.

лах. В каждой ванне установлены погружные насосы и барабанные фильтры для удаления этикеток.

Многованная бутылкомоечная машина «Stella» производительностью 12—80 тыс. бутылок в 1 ч, как и предыдущие, имеет комбинированную систему мойки отмачиванием и шприцеванием. Загрузка и выгрузка бутылок в этой машине производятся с одной стороны. В остальном ее конструкция не отличается от конструкции описанной выше бутылкомоечной машины.

Фирма «Holstein — Kappert» выпускает гамму бутылкомоечных машин типа «Omega konti» производительностью до 100 тыс. бутылок в 1 ч. Бутылкомоечные машины этой фирмы используются для мойки бутылок всех типов и размеров. Они обеспечивают эффективную мойку грязных бутылок как в биологическом, так и оптическом отношении. Машины надежны в эксплуатации и требуют несложного технического обслуживания и по технологическим качествам соответствуют всем требованиям, предъявляемым к современным методам санитарной обработки бутылок.

В отличие от описанных выше бутылкомоечных машин фирмы «Enzinger» бутылконосители машины «Omega Konti» 52/90 Cd» выполнены из пластмассы, что значительно облегчило конструкцию транспортеров, а также уменьшило отложение солей на бутылконосителях и уменьшило их износ. Узел загрузки бутылок обеспечивает осторожную установку бутылок в бутылконосители. Машина имеет ванну для предварительного замачивания бутылок, что обеспечивает хорошую предварительную мойку бутылок, чистоту щелочного раствора во второй ванне, экономию тепла, равномерный предварительный нагрев бутылок и, как следствие, сокращение боя их.

Снятие этикеток в машине предусмотрено на двух этапах — легко отклеивающиеся этикетки удаляются в нижней щелочной ванне, а трудно отклеивающиеся — после повторного замачивания в щелочном растворе. Снятые этикетки подаются к устройству для выноса их из щелочной ванны, представляющему собой вращающиеся сетчатые барабаны, укомплектованные ленточными конвейерами.

Основным отличием этой бутылкомоечной машины от ранее описанных является примененный в ней новый, так называемый пульсирующий способ

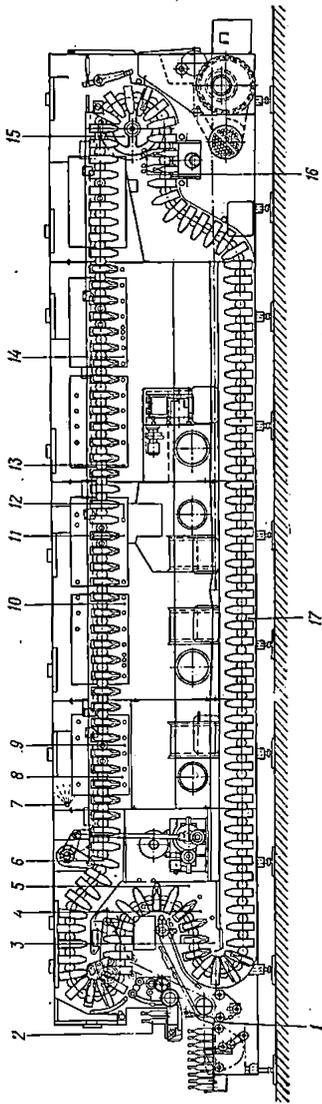


Рис. 100. Бутылкомоечная машина «Rivella» производительностью 8—90 тыс. бутылок в 1 ч;

1—загрузка бутылок; 2—выгрузка бутылок; 3—слив воды из бутылок; 4—предварительное орошение бутылок водой; 5—слив жидкости из бутылок; 6—стекание воды из бутылок; 7—оросительный занавес из свежей воды; 8—внутреннее и наружное шприцевание свежей водой; 9—внутреннее и наружное шприцевание холодной водой; 10—внутреннее и наружное шприцевание теплой водой; 11—стекание теплой воды; 12—внутреннее и наружное шприцевание теплой воды; 13—стекание щелочного раствора; 14—внутреннее и наружное шприцевание щелочным раствором; 15—стекание щелочного раствора из бутылок; 16—опрыскивание бутылок щелочным раствором; 17—отмачивание бутылок в щелочном растворе методом погружения.

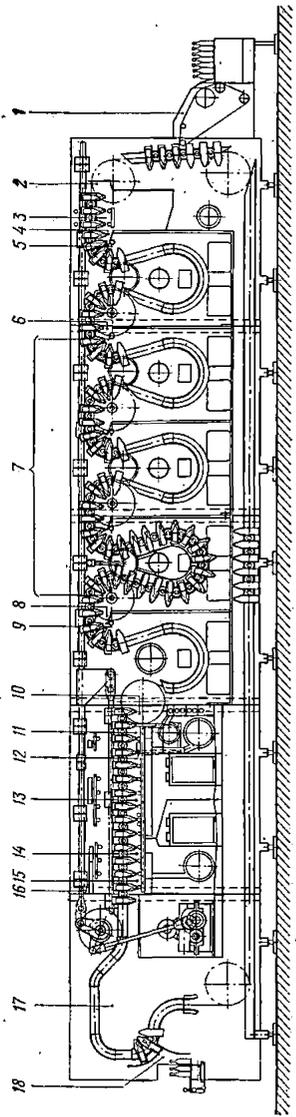


Рис. 101. Схема бутылкомоечной машины «Енгора» производительностью 12—80 тыс. бутылок в 1 ч.:
 1—подача щелочной струи на мойку; 2—слив жидкости из бутылок; 3—предварительное орошение водой; 4—слив воды; 5—погружение в первый щелочной раствор и промывка струей раствора при 65° С; 6—стекание раствора; 7—погружение во второй щелочной раствор и промывка струей раствора при 80° С; 8—стекание раствора; 9—спринцевание щелочным раствором и водой при 65° С; 10—орошение водой при 45° С; 12—стекание; 13—внутреннее и наружное спринцевание теплой водой под высоким давлением; 14—внутреннее и наружное спринцевание холодной водой при температуре 12° С; 16—оросительный занавес из свежей воды; 17—стекание; 18—выгрузка бутылок.

Рис. 102. Принципиальная схема пульсирующего способа мойки.

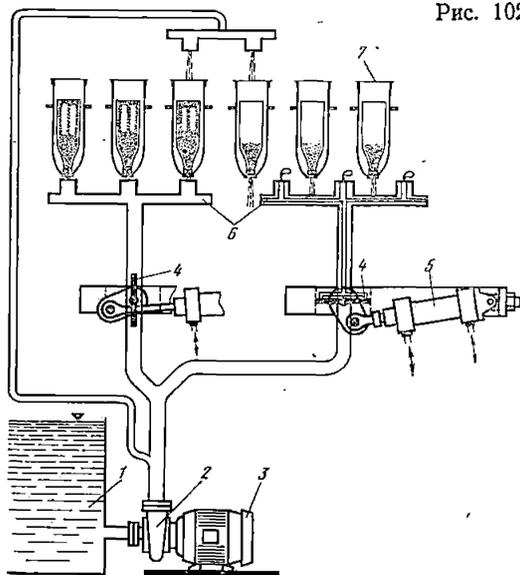
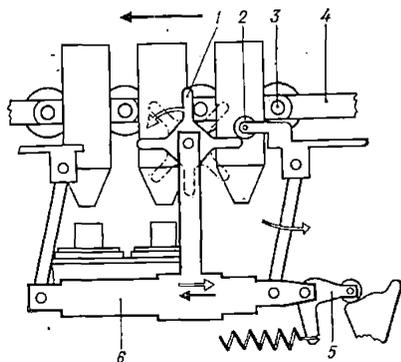


Рис. 103. Схема автоматического устройства для центровки моющих коллекторов:

1—центрирующая звездочка; 2—стопорный ролик; 3—штырь конвейерной цепи; 4—звено конвейера; 5—тормозная колодка; 6—коллектор



мойки, принципиальная схема которого показана на рис. 102. Моющий раствор из резервуара 1 при помощи насоса 2, приводимого в движение от электродвигателя 3, подается через дроссельные клапаны 4, открываемые и перекрываемые штоками, которые получают возвратно-поступательное движение в пневматических цилиндрах 5, в подвижные коллекторы 6, чем достигается пульсирующая мойка бутылок, зафиксированных в бутылконосителях 7. Бутылкомоечная машина снабжена также устройством для автоматической центровки моющих насадок против горловин обрабатываемых бутылок, схема действия которого показана на рис. 103.

Точная центровка моющих насадок достигается благодаря блокировке коллекторов с конвейером, несущим бутылконосители. Автоматическая центровка не требует вмешательства обслуживающего персонала.

Бутылкомоечные машины аналогичных конструкций выпускают различные фирмы Франции, Англии, Бельгии, США и других стран.

Для наполнения бутылок пивом, минеральными водами и безалкогольными напитками и герметизации их применяются высокопроизводительные моноблоки, состоящие из разливочной и укупорочных машин.

Фирма «Enzinger» выпускает машины для наполнения и укупорки бутылок системы «Combi-rex S» производительностью от 4,5 до 35 тыс. бутылок в 1 ч. Гамма моноблока состоит из 32, 40, 50 и 60 наливателей и 6, 8, 10 и 15 укупорочных патронов соответственно.

Разливочно-укупорочная машина системы «Combi-rex S» производительностью 35 тыс. бутылок в 1 ч снабжена кольцевым резервуаром и работает по так называемому трехкамерному принципу, имея разделные отсеки для сжатого воздуха, разливаемой жидкости и возвратного воздуха. Наливатели машины снабжены длинной наполнительной трубкой, на выходе которой расположен нижний клапан. Наполнитель работает по двухступенчатой системе. После прижатия бутылки к наполнителю и наполнения ее сжатым воздухом открывается нижний клапан и напиток вследствие незначительной высоты падения спокойно стекает в бутылку. Когда уровень жидкости достигнет нижнего конуса наполнительной трубки, наливатель переключается в фазу «быстрое наполнение» и напиток с повышенной скоростью поступает в бутылку. Такая система налива обеспечивает повышенную производительность. Отличительной чертой машины является точность налива.

Укупорочные патроны этого моноблока снабжены упругими зажимными кольцами, что обеспечивает укупорку бутылок с отклонениями в диаметре горловины. Машина снабжена бесступенчато регулируемым приводом, синхронно соединенным с разливочной машиной.

Фирма «Epzinger» выпускает также автоматизированные одно- и двухэтажные пастеризаторы производительностью 4—60 тыс. бутылок в 1 ч, установки для предварительного смешивания напитков «Combimix» производительностью от 2 до 20 тыс. л/ч, этикетировочные машины «Regina» производительностью до 20 тыс. бутылок в 1 ч, пластинчатые транспортеры для горизонтального перемещения бутылок, элеваторы для бутылок и ящиков, роликовые, ленточные и цепные транспортеры, транспортеры из деревянных плит, автоматические распределители ящиков, накопители бутылок, поворотные приспособления для ящиков и бутылок, счетчики бутылок и ящиков, автоматы с одной и двумя головками для выемки и укладки бутылок в ящики. Все это оборудование входит в состав автоматизированных линий, выпускаемых этой фирмой.

Одним из новых видов оборудования фирмы «Hotslein — Kappert» являются автоматизированные линии розлива пива и безалкогольных напитков производительностью до 100 тыс. бутылок в 1 ч. Разливочные машины этих линий работают с предварительным отсасыванием воздуха. Они могут применяться для горячего налива пива и безалкогольных напитков, содержащих диоксид углерода, а также тихих напитков.

Преимуществами этих разливочных машин перед машинами других конструкций являются:

высокая производительность благодаря применению передовой техники подачи бутылок, напитков и диоксида углерода или другого газа;

высокая степень вакуумирования бутылок;

быстрая мойка и эффективная стерилизация машины;

высокая устойчивость бутылок, небольшая нагрузка подъемных механизмов при небольшой высоте подъема;

способ наполнения бутылок без разливочных трубок;

плавное перемещение бутылок даже при максимальной производительности за счет совершенных конструкций входного шнека, вводящих и выводящих звездочек, изготовленных из пластмассы.

Разливочная машина этой фирмы представляет собой моноблок, включающий также укупорочный автомат, герметизирующий бутылки кронен-пробками. Укупорочный автомат оснащен наборным диском, вместительным бункером для пробок, которые подаются к укупорочным патронам по двум течкам. Укупорочные патроны машины имеют асимметричное расположение укупорочных кулачков, благодаря чему происходит уравнивание действующих при укупорке сил.

Наборный диск машины работает следующим образом. Несортированные пробки падают хаотично в приемник лотка, откуда они направляются соответственно положению в два лотка: один из них направляет правильно лежащие пробки вертикально к общему лотку, а второй поворачивает неправильно лежащие пробки на 180°, после чего передает их в общий лоток в правильном положении. Бутылки, поступившие на укупорку, перемещаются на роторном столе, и укупорочный орган сам опускается на горлышко бутылки. Моноблок снабжен специальным лотком для удаления боя стекла.

Неизнашиваемая электрондукционная муфта скольжения и плавный пуск делают разливочно-укупорочные машины безопасными в работе. Для регулирования производительности машина снабжена серводвигателем, который обеспечивает легкое переключение всей установки на соответствующий рабочий режим. Быстрое торможение обеспечивается с помощью электромагнитного тормоза.

Разливочная машина снабжена автоматическим регулятором давления при наполнении, что позволяет обеспечить минимальное образование пены в горлышке бутылки, небольшой объем воздушной камеры и одинаковую степень наполнения бутылок при максимальной производительности.

Разливочные машины, выпускаемые фирмой, основаны на различных принципах наполнения, среди которых следует отметить VF, VVF, VFF и VVF (с применением защитного газа).

Последовательность операций налива напитков в бутылки этими методами показана на рис. 104.

Как указывалось выше, разливные машины моноблоков VF и VVF работают с беструбочными наполнительными клапанами. Все части их, соприкасающиеся с напитком, изготовлены из нержавеющей стали, что значительно облегчает мойку машины. Мойка и стерилизация машин осуществляются с помощью циркуляционной системы, для чего предусмотрены специальные промывочные сосуды, которые крепятся к наполнительной головке. При открывании клапана для напитка моющий или стерилизующий раствор поступает не только в промывочные сосуды, но, благодаря избыточному давлению, и дальше — через клапан предварительного вакуумирования в вакуумирующий канал. Через этот канал раствор возвращается в резервуар для моющего раствора. Цикл мойки или стерилизации повторяется несколько раз. Большим преимуществом циркуляционной системы является то, что моющий раствор проходит через все узлы и детали, контактирующие с разливаемыми напитками.

Разливные машины типа VF (см. рис. 104, а) работают следующим образом. Поступающие под налив бутылки поднимаются пневматическими плунжерами вверх и прижимаются к центрирующим розеткам наливных устройств. Управляющее приспособление приводит в действие выступающий сбоку включающий кулачок, газовый клапан наливного устройства приподнимается, и газ начинает поступать в бутылку для выравнивания в бутылке и газовом пространстве расходного бака. После выравнивания давления с помощью спиральной пружины открывается жидкостный клапан, жидкость стекает по стенкам бутылки и наполняет ее (шатровый налив). При этом газ противодавления вытесняется из бутылки силой тяжести жидкости в газовое пространство расходного бака. Налив заканчивается в тот момент, когда уровень жидкости перекроет радиальное отверстие газовой трубки. После этого включающий кулачок закрывает газовый и жидкостный клапаны и давление снимается.

В разливных машинах типа VVF (см. рис. 104, б) в дополнение к описанному выше воздух из бутылок предварительно отсасывается.

Наряду с описанными разливно-укупорочными машинами фирма «Hofstein—Karperl» выпускает комбинированные машины для наполнения бутылок и банок, только банок и машины для горячего розлива напитков, содержащих CO_2 .

Учитывая, что использование отдельных машин линии розлива напитков в бутылки для наполнения банок нецелесообразно, а розлив в банки часто занимает по сравнению с розливом в бутылки значительно меньший удельный вес, фирма создала одну машину для наполнения бутылок и банок. Производительность ее составляет от 3 до 22 тыс. банок в 1 ч. На этой машине наполнение банок производится по методу предварительного вакуумирования, что является важным фактором в том случае, если банки с продуктом предполагается затем пастеризовать.

Новым оборудованием фирмы является комбинированная разливно-укупорочная машина системы «Rigella», предназначенная для наполнения пивом пластмассовых или обычных бутылок. Конструкция машины аналогична разливно-укупорочным машинам этой системы, за исключением укупорочной, которая снабжена спиральным вибрационным конвейером для подачи специальных укупорочных колпачков, смонтированным рядом с сортировочным устройством для обычных кронен-пробок.

Установки «Rapapix» производительностью до 40 тыс. л/ч входят в состав автоматизированных линий производства безалкогольных напитков, в том числе насыщенных CO_2 . Деаэратор установки, работающий по принципу распылительной вакуумной деаэрации, обеспечивает минимальное содержание кислорода в воде, а дозатор — многокомпонентное дозирование составляющих напитка. Напиток насыщается CO_2 в пластинчатом аппарате. Установка «Rapapix» может быть использована для насыщения CO_2 напитков, содержащих плодово-ягодные соки, вина и другие составляющие, пива и минеральных вод при температуре до 20°C.

Выпускаемые фирмой установки для горячего и теплого розлива применяются для придания бактериологической стойкости напиткам непосредственно перед розливом. Установки работают полностью автоматически, без обслужи-

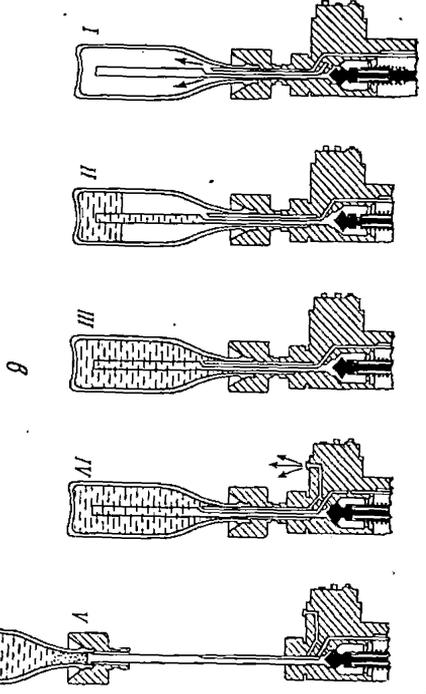
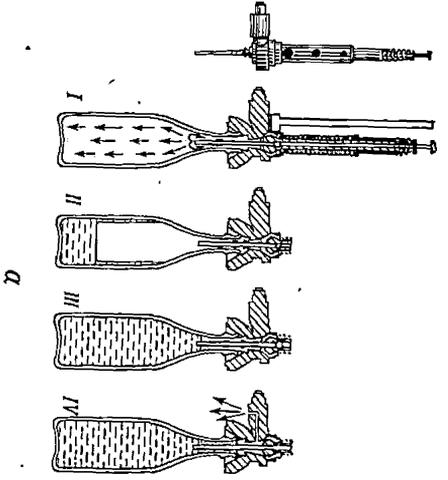
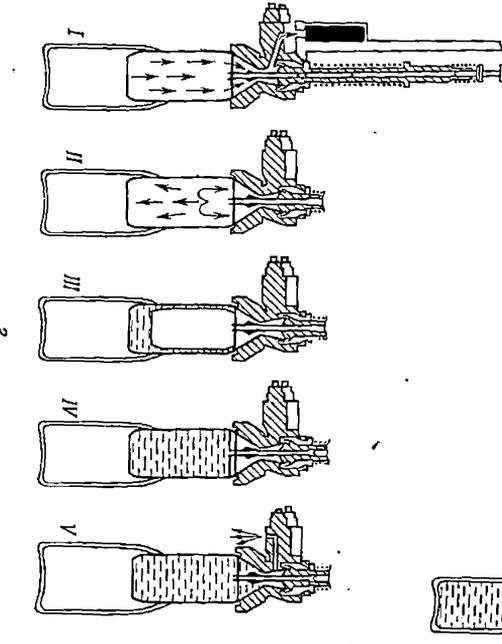
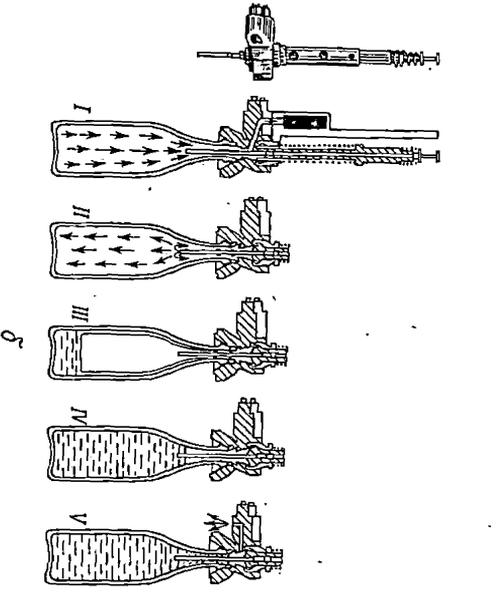


Рис. 104. Последовательность операций при наполнении бутылок:

а—методом VF: I—предварительное заполнение защитным газом при уплотнении горлышка бутылки с наливателем; II—наполнение бутылки напитком после выравнивания давления; III—окончательное наполнение бутылки напитком; IV—сброс давления внутри бутылки при закрытых клапанах для напитка и газа;

б—методом VVF (с применением защитного газа): I—отсасывание воздуха из бутылки; II—наполнение бутылки газообразным CO_2 ; III—наполнение бутылки напитком после выравнивания давления; IV—окончательное наполнение бутылки напитком; V—снижение давления внутри бутылки;

в—методом VFF: I—предварительное наполнение бутылки газом; II—автоматическое наполнение бутылки напитком после выравнивания давления; III—окончательное наполнение бутылки; IV—снижение давления внутри бутылки при закрытых клапанах для напитка и газа; V—отсоединение бутылки при одновременном опорожнении наполнительной трубки;

г—методом VVF (с применением защитного газа): I—отсасывание воздуха; II—предварительное наполнение бутылки газообразным CO_2 ; III—наполнение бутылки напитком после выравнивания давления; IV—окончательное наполнение бутылки при прекращении давления газа; V—снижение давления внутри бутылки.

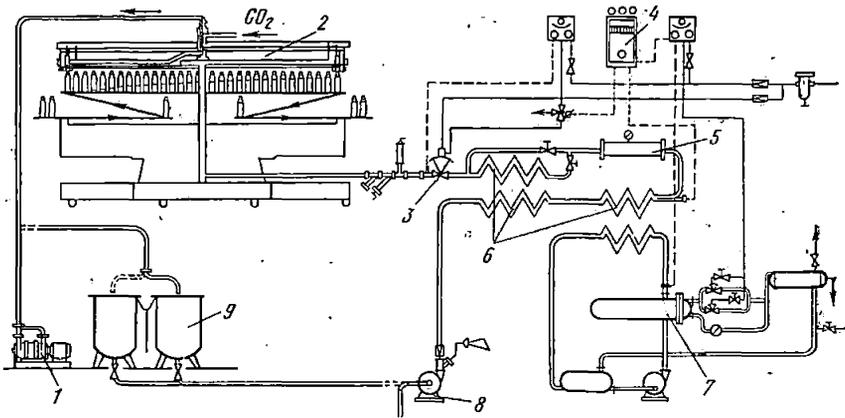


Рис. 105. Схема установки для горячего розлива напитков фирмы «Holstein — Kappert»:

1—вакуум-насос; 2—разливочная машина; 3—пневматический клапан; 4—пульт управления; 5—пластинчатый теплообменник; 6—трубчатые теплообменники; 7—система нагрева воды; 8—насос для перекачивания напитка; 9—сборники для моющего и дезинфицирующего растворов.

вающего персонала. Нагрев напитка до температуры пастеризации проводится при высоком давлении в непрерывном потоке в пластинчатом теплообменнике, после чего напиток передается на розлив, который ведется при давлении, превышающем давление насыщения напитка CO_2 , что необходимо для предупреждения дегазации напитка под действием высоких температур. Потери CO_2 при насыщении и розливе на разливочных машинах этой фирмы исключены. Схема установки для горячего розлива напитков приведена на рис. 105.

Автоматизированные поточные линии фирмы «Holstein — Kappert» могут комплектоваться моноблоками для розлива и закатки банок производительностью 40 тыс. банок в 1 ч. Наполнение банок на таких машинах производится без наполнительных трубок с предварительным вакуумированием или без него. Машина работает без вертикального перемещения банок. Наполненные банки отводятся по касательной, без ускорения, непосредственно к кулачковой шели закаточной машины. Схема совместной работы машин показана на рис. 106.

Головка для наполнения банок имеет камеру дифференциального давления. Надежное уплотнение обеспечивается даже при высоком давлении наполнения. Бортики банок не деформируются, банки без задержки отсоединяются от уплотнительной резины головки по окончании процесса наполнения. Последовательность операций при наполнении банок приведена на рис. 107.

При небольших усовершенствованиях или добавлении некоторых узлов на обычных комплексных установках фирмы «Holstein — Kappert» можно наряду с обычными стеклянными бутылками наполнять и бутылки одноразового пользования. С этой целью вместо поддонно-разборочной и распаковочной машины

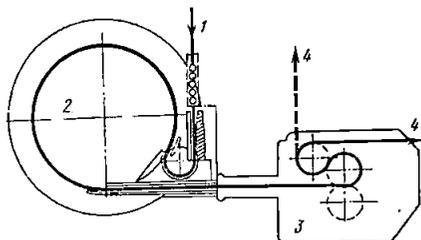


Рис. 106. Схема совместной работы машин для наполнения и закатывания банок:

1—загрузка; 2—машина для наполнения банок; 3—закаточная машина; 4—выгрузка (в одном из двух направлений).

монтируется захватно-транспортное устройство, которое послыно снимает бутылки одноразового пользования с транспортного поддона и подает их в специальную бутылкомоечную машину, которую бутылки проходят непрерывным потоком. Здесь с них смываются всевозможные загрязнения. Наполнение стеклянных банок одноразового пользования или пластмассовых бутылок выполняется обычным образом, причем конструкция разливно-укупорочной машины обеспечивает качественное наполнение и укупорку облегченных и наиболее тонкостенных бутылок.

При наполнении банок в комплексной автоматизированной линии монтируется такое же захватно-транспортное устройство, которое используется и для банок одноразового пользования. Банки послыно снимаются с поддона и последовательно (одна за другой) подаются в моечную машину. Транспортирование банок ведется по системе вертикальных и горизонтальных

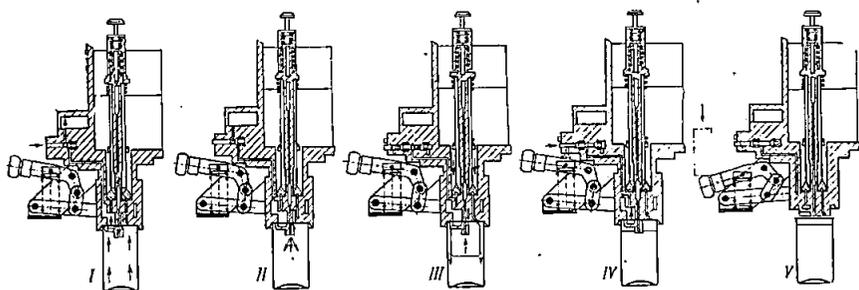


Рис. 107. Последовательность операций при наполнении банки:

I—предварительное вакуумирование; II—заполнение банки CO_2 ; III—наполнение банки напитком; IV—снятие избыточного давления CO_2 ; V—отсоединение банки от наполнительной головки.

конвейеров, что исключает необходимость устройства для переворачивания банок. После мойки банки поступают к разливной машине для наполнения. При розливе применяется прогрессивный метод предварительного вакуумирования, обеспечивающий высокое качество розлива. После наполнения банки поступают к закаточной машине, установленной непосредственно рядом с разливной. Дальнейшие операции по упаковыванию банок (в коробки) и укладке на поддоны выполняются упаковочной и поддоноукладочной машиной.

Глава VIII. СТОЙКОСТЬ ПИВА И БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ И МЕРЫ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ

Различают биологическую и коллоидную стойкость пива и безалкогольных напитков. Первая из них зависит от обсемененности напитков микроорганизмами, вторая — от состава исходного сырья, которое может содержать повышенные количества нерастворимых в воде веществ, выпадающих в осадок или влияющих на коллоидное состояние напитков.

К числу факторов, влияющих на стойкость напитков, могут быть отнесены:

1) интенсивность начального обсеменения напитков (количество и вид микроорганизмов в готовом напитке после укупорки бутылок);

2) химические показатели напитка, в том числе содержание сахара, белковых и азотистых соединений, минеральных веществ, витаминов; величина водородного показателя рН и уровня окисления гН, содержание антимикробных веществ (эфирные масла, органические кислоты, CO_2 , консервирующие вещества и др.); повышенная жесткость воды, применяемой для производства напитков;

3) технологические приемы производства напитка (способы подготовки и обеззараживания воды, приготовления сахарного сиропа, осветления воды, сахарного и купажных сиропов, приготовления и розлива напитков; применяемая тара (новая или оборотная), способы консервации — пастеризация, горячий налив, стерилизация или обработка консервантами;

4) температура хранения;

5) устойчивость микрофлоры, находящейся в напитке, к рН, CO_2 , потребность микрофлоры в ростовых факторах, чувствительность к консервирующим веществам.

По данным Л. И. Чекана, О. И. Корочкиной и Т. Р. Сторчевой, для получения стойких напитков общее количество микроорганизмов в готовых напитках не должно превышать 100 000 клеток в 1 л, т. е. норм, установленных для питьевой воды. Фактическое количество микроорганизмов в готовых напитках, как установлено этими исследователями, бывает ниже, так как кислотность среды, малое содержание азотистых веществ, а также присутствие CO_2 создают неблагоприятную среду для их развития. Так, содержание живых дрожжевых клеток, которые составляют основную микрофлору, в 1 л напитка составляло 50 000, 89 000, а в отдельных напитках достигало 250 000 клеток. Исследователями установлено, что если содержание живых дрожжевых клеток в напитке в день розлива было равно 50 клеткам, то за 6—7 сут оно возросло до 120 000 в 1 л и дальнейшая стойкость напитков в зависимости от степени насыщения их CO_2 , показателя рН, начального содержания микроорганизмов и физико-химического состава напитков колебалась от 8 до 30 сут.

Стойкость напитков в зависимости от содержания CO_2
и начальной обсемененности

Напитки	Содержание CO_2 , % мас.	Начальное содержание жизнеспособных дрожже- вых клеток, ед/мл	Стойкость напитка, сут
Апельсиновый	0,41	114	8
Мандариновый	0,387	89	10
Ситро	0,46	250	15
Грушевый	0,374	96	30

Результаты наблюдений за стойкостью безалкогольных напитков различных наименований приведены в табл. 9.

Стойкость пива зависит от выбранного способа фильтрации и применяемого оборудования. Оптимальным способом является комбинация диатомитового фильтра с пластинчатым. В зарубежной практике пивоварения наиболее надежным считается щелевой диатомитовый фильтр, основные преимущества которого изложены в главе II.

Стойкость пива, разлитого в бутылки, может значительно сократиться из-за образования мути и опалесценции, последнее может быть вызвано явлениями как биологического, так и физико-химического характера, в частности, окислительными процессами в различных веществах, входящих в состав хмеля, а также в отдельных продуктах брожения.

Для устранения причин биологического характера необходимо устранить проникновение в производство инфекции с укупорочными материалами и бутылками, что при современном состоянии техники не вызывает затруднений. Устранение причин физико-химического характера достигается различными методами стабилизации пива, в числе которых — стабилизация белка или изогулулона или других веществ, либо разложение белка путем селективного удаления конденсируемых дубильных веществ. К методам стабилизации состава пива, применяющимся в последнее время, относится удаление высокомолекулярных белков путем присадки формальдегида.

Предупреждение возникновения окислительных процессов, влияющих главным образом на аромат и вкус пива, достигается путем возможно более полного устранения кислорода воздуха при розливе за счет снижения содержания его в пиве и в горлышке бутылки.

Окисление дубильных веществ может вызвать наряду с белковой мутью образование коричневых красителей. Следует иметь в виду, что наиболее чувствительны к воздействию кислорода воздуха ароматические вещества, которые при окислении дают неприятный привкус в пиве.

Основным симптомом понижения стойкости безалкогольных напитков микробиологического характера являются внешние изменения:

появление опалесценции или мути,
образование кольца,
выпадение хлопьев и осадка,
образование тягучих нитей, изменение окраски напитков,
для мутных напитков типа оранжад — исчезновение натуральной мути.

Исследованиями, проведенными фирмой «Naarden» (Голландия), установлено, что образование мути и опалесценция напитков имеют место как в сильнокислых, так и в слабокислых напитках, содержащих фруктовые соки и не содержащих их.

Возбудителями порчи являются дрожжи, молочнокислые бактерии и лейконосток. Образование кольца возможно во всех разновидностях безалкогольных напитков, но главным образом — в содержащих большое количество сахара или фруктовых соков. Возбудителем этого порока являются дрожжи.

Образованию хлопьев подвержены все напитки с повышенным содержанием CO_2 . Возбудителем порчи являются дрожжи. Они могут также вызвать появление дрожжевого осадка, особенно в напитках, содержащих фруктовые соки, или напитках, приготовленных с использованием хлебного сырья.

Образование тягучих нитей возможно в слабокислых напитках. Возбудителями этой порчи являются бактерии лейконостока или лактобациллы.

Исчезновение натуральной мути в напитках типа оранжад происходит под действием пектолитических ферментов, не инaktivированных в процессе производства основы напитка и образующихся в процессе роста микроскопических грибов.

Обесцвечивание происходит в основном в напитках, содержащих фруктовые соки. Причиной являются дрожжи.

Другим симптомом являются изменения, связанные с повышением давления в бутылке: образование пены, выброс напитка, разрыв бутылки, бомбаж при наливке напитков в металлические банки. Этой порче подвержены все разновидности безалкогольных напитков. Возбудителями являются дрожжи и молочнокислые бактерии.

Третьим симптомом служит изменение запаха и вкуса напитков: переброженный вкус, маслянистый привкус, плесневелый запах. Переброженный вкус может образоваться во всех безалкогольных напитках под действием дрожжей. Неприятный кислый привкус — под действием молочнокислых бактерий (в основном в напитках, содержащих фруктовые соки). Плесневелый запах может образоваться в безалкогольных напитках, не содержащих CO_2 или содержащих незначительное количество его. Порча напитков вызывается присутствием микроскопических грибов родов аспергиллюс, пенициллиум и др.

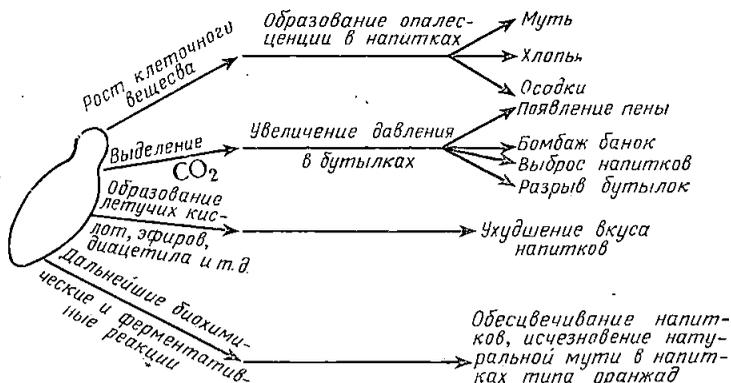


Рис. 108. Продукты жизнедеятельности дрожжей и вызываемые ими виды порчи безалкогольных напитков.

Таким образом, исследованиями установлено, что биологическая порча безалкогольных напитков возникает в результате жизнедеятельности микроорганизмов: дрожжей, бактерий и микроскопических грибов.

Как известно, дрожжи размножаются почкованием, бактерии — делением клеток, а микроскопические грибы — спорообразованием. Численность дрожжей и бактерий удваивается через каждые 30 с и, таким образом, 10 генераций дают 1024 клеток. Микроскопические грибы также дают миллионы спор.

Воздействие продуктов метаболизма дрожжей, микроскопических грибов и молочнокислых бактерий на безалкогольные напитки с точки зрения вызываемых ими видов порчи иллюстрируется схемами (рис. 108—110).

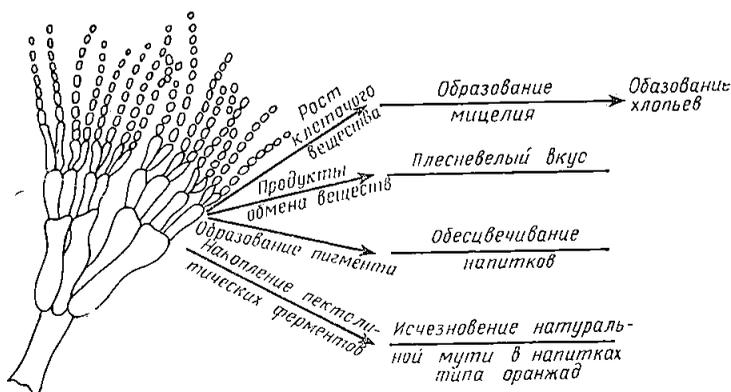


Рис. 109. Продукты жизнедеятельности плесневых грибов и вызываемые ими виды порчи безалкогольных напитков.

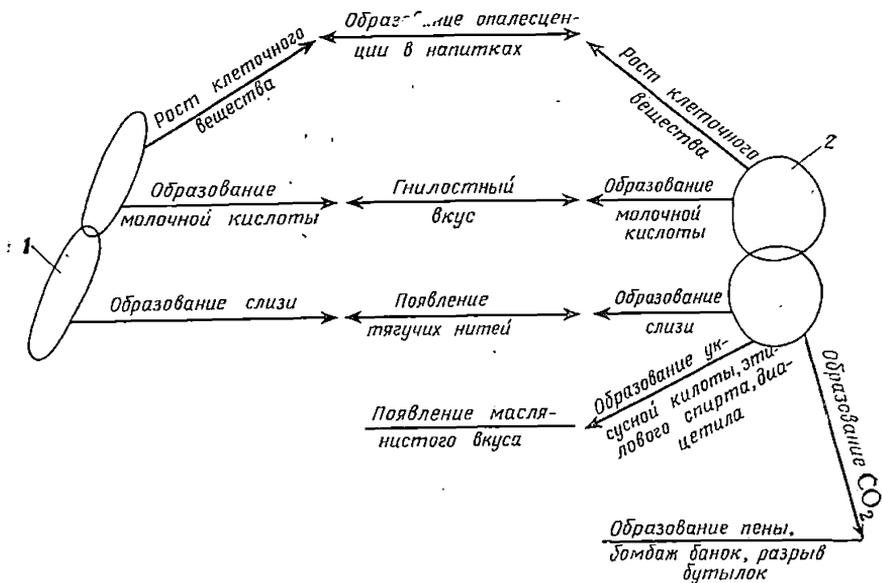


Рис. 110. Продукты жизнедеятельности молочнокислых бактерий и бактерий лейконостока и вызываемые ими виды порчи безалкогольных напитков:

1—лактобациллюс; 2—лейконосток.

Следует иметь в виду, что дрожжи и микроскопические грибы устойчивы к органическим кислотам, сахару и CO_2 , нуждаются в кислороде.

Гомоферментативные (лактобациллюс) и гетероферментативные (лейконосток) молочнокислые бактерии бурно развиваются в отсутствие кислорода, большая часть их толерантна к CO_2 . В основном эти бактерии сахаро- и кислототолерантны, нуждаются в ростовых факторах.

Большую опасность представляют также бактерии группы *coli*, стрептококки, стафилококки и некоторые другие патогенные и токсигенные бактерии, появление которых свидетельствует о загрязнении водоемов, сырья. Они не вызывают видимых изменений напитков, в связи с чем значительно более опасны, чем микроорганизмы, которые вызывают изменения, видимые простым глазом.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОМУ И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ ПИВО-БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

На биологическую стойкость напитков влияют также микробиологическое состояние сырья, полуфабрикатов, производственного помещения, оборудования (рис. 111), а также санитарно-гигиеническое состояние обслуживающего персонала.

Расходуемая на технологические нужды вода должна храниться в закрытых емкостях, предупреждающих инфицирование ее.

Особое внимание должно быть обращено на микробиологическое состояние резиновых шлангов, по которым перекачиваются вода и другое сырье, в частности фруктовый сок, сахарный и купажный сироп и т. д. Лучшим способом является хранение воды в герметических, прозрачных резервуарах, исключающих доступ воздуха в них. Желательно предварительно обеззараживать воду одним из известных методов, в том числе хлорированием, ионированием серебром, обработкой сульфатом серебра и т. д.

Не менее важное влияние на стойкость напитков оказывает микробиологическая чистота сахара.

Для обеспечения микробиологической чистоты при упаковке сахара вместо джутовых мешков должны применяться двойные бумажные, которые являются почти гигиенической упаковкой. Под действующим законодательством многих стран для производства безалкогольных напитков используют сахар-песок, содержащий в 10 г пробы не более 10 дрожжевых клеток, 10 спор микроскопических грибов и 200 лизофильных бактерий.

Особое внимание должно быть уделено созданию условий хранения сахара, исключающих резкое изменение температуры и влажности.

Применяемый на заводах безалкогольных напитков сахар жидкий (сироп) может доставляться на завод с сахарных заводов или приготавливаться на самом заводе безалкогольных напитков.

С экономической точки зрения наиболее рационален холодный способ приготовления сахарного сиропа. Полученный сироп должен быть подвергнут обеспложивающей фильтрации или обеззараживанию на бактерицидных установках. Однако с точки зрения получения стерильного продукта наилучшим является получение сиропа горячим способом с кипячением; обеспложивающая фильтрация сиропа в горячем виде дает наибольший эффект.

Сахарный сироп, приготовленный горячим способом и разлитый горячим в емкости для хранения, может храниться более продолжительное время, чем сироп, приготовленный холодным способом (около 20 сут, по зарубежным данным, тогда как сироп, приготовленный холодным способом, — не более 2 сут).

Поскольку микробиологическое состояние сахара непосредственно сказывается на стойкости безалкогольных напитков, стандарты на сахар регламентируют предельное содержание в нем микрофлоры.

Применяемые в производстве безалкогольных напитков ароматические эссенции и настои не могут служить источником инфицирования напитков. Фруктовые соки и концентрированные соки, прошедшие в процессе приготовления кратковременную стерилизацию и обработанные консервантами, не подвержены микробиологической порче. Однако при их переработке и разведении консервирующие средства перестают действовать и споры, а также некоторые микробы получают благоприятную питательную среду и могут интенсивно развиваться.

Следует помнить, что в 1 мл свежееотжатого яблочного сока обычно содержится (по данным Кремера) до 160 тыс. микроорганизмов, в том числе дрожжей 3 тыс., бактерий 10 тыс. и спор 13 тыс.

При переработке на сок плодов с поврежденной поверхностью содержание микроорганизмов в соке резко возрастает.

По данным Л. И. Чекана, О. И. Корочкиной и Т. Р. Сторчевой, содержание микроорганизмов в яблочном спиртованном соке, хранящемся в сборниках на заводе безалкогольных напитков, достигало 5300, а в сливовом — 3425 в 1 мл. При фильтрации через фильтр-картон основная часть их, в основном дрожжевых клеток, задерживается и содержание клеток в соке составляет считанные единицы, что свидетельствует о необходимости такого рода подработки фруктовых соков перед перекачиванием их в напорные предкупажные сборники и организации фильтрации соков только в том помещении, где они хранятся. Источником микробиологического обсеменения безалкогольных напитков могут также явиться порожняя тара из-под фруктово-ягодных полуфабрикатов, а также остатки неизрасходованных полуфабрикатов.

В связи с этим желательнее фасовать фруктово-ягодные полуфабрикаты в более мелкую тару — на 5—10 кг, чтобы не оставлять в транспортной таре неизрасходованных полуфабрикатов. Пустую тару и упаковку необходимо немедленно удалять из производственных помещений, чтобы устранить рассадник инфекции.

Наиболее приемлема в этом смысле одноразовая упаковочная тара, получившая в последнее время за рубежом широкое распространение. Она представляет собой бумажные пакеты с вкладышем из полимерных материалов, герметизируемые после наполнения сваркой. Этот вид упаковки помимо экономической целесообразности дает большую экономию места при транспортировании, при этом не возникает проблем, связанных с возвратом освободившейся тары, ее попросту сжигают на заводе в топках, используя тепло для технологических нужд.

Готовый купажный сироп с целью предупреждения обсеменения микрофлорой не должен контактировать с воздухом в процессе стерилизации, последующего охлаждения и перекачивания в синхронно-смесительные установки для приготовления напитка вплоть до карбонизации его. В процессе приготовления купажного сиропа температура составляющих не должна быть оптимальной для развития содержащейся в нем микрофлоры.

Для повышения стойкости напитков нельзя допускать продолжительного хранения купажного сиропа в купажах и напорных сборниках; нельзя также оставлять в аппаратах, негерметичных сборниках и трубопроводах непереработанный купажный сироп. Ежесуточно в конце работы технологическое оборудование нужно подвергать тщательной мойке и дезинфекции, так как сироп является идеальной питательной средой для микрофлоры.

Установлено, что начальная обсемененность купажного сиропа при наличии длинных производственных коммуникаций и недоста-

точно эффективной мойке и дезинфекции оборудования и трубопроводов в готовом напитке, разлитом в бутылки, может возрасти в 3,5 и даже 8 раз (табл. 10).

Т а б л и ц а 10

Обсемененность дрожжевыми клетками купажного сиропа и готового напитка (ед./мл)

Напиток	Купажный сироп		Готовый напиток		Стойкость напитка, сут
	проба из купа- жера	проба из бу- тылки после дозировочной машины	проба из бу- тылки после налива напитка	проба после потери стойкости	
Малиновый	82	628	126	4026	6
Яблочный	135	675	156	5800	7
Вишневый	154	525	145	6500	6
Сливовый	525	1030	205	10780	6
Вишневый	194	467	115	16500	6
Лимонад	113	440	73	4785	8
Апельсиновый	256	809	178	5485	7

Первостепенное значение для стойкости безалкогольных напитков имеет состояние производственных помещений, которые должны быть чистыми, сухими, светлыми, хорошо вентилируемыми, с отлично развитой площадью окон для проникновения дневного света, воздуха и соответствовать требованиям современной эстетики.

Перекрытия производственных помещений в бутылкомоечных, разливающих, купажных и других цехах должны иметь надежную гидроизоляцию, исключающую промокание перекрытий при случайных проливах жидкостей. Оконные и дверные проемы должны быть плотно пригнаны и в летнее время защищены сетками от проникновения пыли, мух и т. д. В цехах и подсобных помещениях не должно быть посторонних предметов (инструмента, запчастей и др.). Пребывание в цехах посторонних лиц, а также рабочих, не занятых на данном рабочем месте, должно быть исключено.

Важное внимание должно быть уделено правильному размещению технологического и общезаводского оборудования, обеспечивающему удобное обслуживание его, свободные проходы между оборудованием и стенами здания, правильное и поточное ведение технологического процесса, по возможности исключающее пересечение потоков тары и готовой продукции, а также доступ транспортной тары (ящики, поддоны) в разливающий цех.

На обсемененность напитков оказывает большое влияние качество мойки бутылок и чистота кронен-пробки. Исследованиями установлено, что на одной кронен-пробке в среднем содержится 65 микроорганизмов, почти исключительно бактерий, а на одной

вымытой бутылке — около 10 микроорганизмов, в основном дрожжевых клеток. В связи с этим на качество мойки бутылок и чистоту кронен-пробки должно быть обращено серьезное внимание.

В разливочный цех должны поступать только чистые бутылки, а расстояние между разливочной и укупорочной машинами должно быть минимальным. На некоторых зарубежных предприятиях для предупреждения обсеменения вымытых бутылок при перемещении их от моечной машины к разливочной и от разливочной к укупорочной транспортные устройства закрывают плексигласовыми кожухами.

Современные способы бестарной перевозки и хранения сжиженного CO_2 в специализированных цистернах, а также применение газификаторов значительно снижает возможность загрязнения CO_2 , а следовательно, понижения коллоидной стойкости безалкогольных напитков на этой стадии производства. Однако и это оборудование должно подвергаться систематической мойке и дезинфекции.

Источником инфицирования напитков могут быть неисправные полы, деревянные решетки и подставки, которые набухают от пролитого на них сиропа или напитка, в связи с чем становятся хорошей питательной средой для микроорганизмов. Поэтому все деревянные решетки, подставки и т. д. должны быть заменены металлическими.

Радикальной мерой, предупреждающей инфицирование безалкогольных напитков, является систематическая мойка и дезинфекция оборудования, помещения, транспортной тары, поддержание надлежащего санитарно-гигиенического состояния рабочих и их спецодежды. В летнее время дезинфекции должны проводиться значительно чаще, чем в зимнее. Для мойки и дезинфекции применяются различные моющие и дезинфицирующие средства, в том числе каустическая и кальцинированная сода, тринатрийфосфат, жидкое стекло, мыло, формалин, катапин, хлор, хлорная известь, сера, серебро, сульфат серебра, спирт этиловый, азотная кислота, кислый эльмоцид, антиформин, пар и др.

Для окраски стен и потолков производственных помещений на заводах безалкогольных напитков рекомендуется применение красящих составов, содержащих уничтожающие микрофлору вещества.

Обслуживающий персонал должен систематически проверяться на бациллоносительство и состояние здоровья; к работе могут быть допущены только здоровые рабочие, что исключит заболевание остальных рабочих, а также попадание микробов в сырье, полуфабрикаты и готовую продукцию.

Мощным фактором повышения биологической стойкости напитков является применяемый в зарубежной практике горячий розлив газированных безалкогольных напитков. Однако при этом происходит некоторое деструктивное изменение состава ароматических веществ, что, естественно, отражается на вкусовых и ароматических достоинствах напитков.

В течение ряда лет дискутируется вопрос о возможности розлива пива, кваса и газированных безалкогольных напитков в одном помещении. При этом большинство специалистов считают такое совмещение крайне нежелательным, если не невозможным, так как это приведет к взаимному обсеменению их микрофлорой и, как следствие, к снижению биологической стойкости.

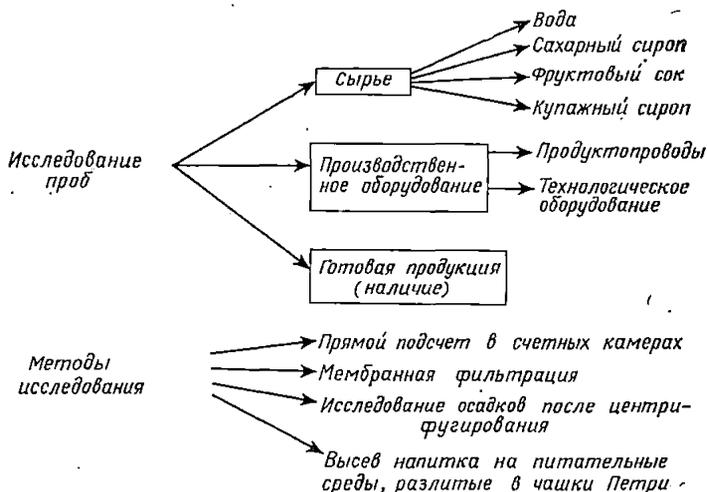


Рис. 112. Объекты и методы микробиологического контроля производства безалкогольных напитков.

В профилактических целях, направленных на предупреждение инфицирования сырья, готовой продукции и повышение стойкости их в процессе хранения, на каждом заводе должен систематически проводиться микробиологический контроль производства, объекты и методы которого приведены на рис. 112.

Для оценки санитарно-гигиенического состояния оборудования, бутылок, кронен-пробок, рук рабочих берут мазки и смывы с последующим посевом, после чего подсчитывают количество микроорганизмов различными методами. При высеве напитка на питательные среды, разлитые в чашки Петри, подсчет колоний проводят через 48 ч.

Микробиологическое состояние воздуха определяется методом улавливания микроорганизмов на питательные среды с помощью прибора Кротова.

Для обеспечения выпуска пива с высокой стойкостью на пивоваренных предприятиях должен быть организован надлежащий биологический контроль.

При биологическом контроле бродильного цеха пивоваренного производства определяют главным образом концентрацию дрожжевых клеток, а также флокуляцию и бродильную активность дрожжей.

В цехе дображивания должны контролироваться степень сбраживания, содержание CO_2 в молодом пиве, надежность шпунтования, содержание кислорода, диацетила и изогумулона в молодом пиве.

Микробиологическому контролю, как и в производстве безалкогольных напитков, должны подвергаться оборудование, шланги, запорная арматура, сжатый воздух и т. д.

В процессе фильтрации пива особо тщательно должно проверяться содержание кислорода в пиве и микробиологическое состояние фильтрационного оборудования. При розливе пива микробиологически контролируются розливо-укупорочное оборудование, сжатый воздух, стерильность бутылок.

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ ПИВА И БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Из всего сказанного выше следует, что для повышения биологической стойкости напитков при хранении прежде всего необходима микробиологическая чистота сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, производственных помещений, оборудования, воздуха, и, наконец, обслуживающего персонала.

В Советском Союзе органами здравоохранения разрешено использование для консервирования безалкогольных напитков аскорбиновой кислоты как акцептора кислорода воздуха, растворенного в напитках, и сорбиновой кислоты. В последние годы для консервирования безалкогольных напитков разрешено применение бензоата натрия и новых консервирующих веществ растительного происхождения — плюмбогина и синтетического консерванта — юглона.

Сорбиновая, или 1,3-пентадиен-1-карбоновая кислота ($\text{CH}_3\text{—CH=CH—CH=CH—COOH}$), по внешнему виду представляет собой белые игольчатые кристаллы. Температура плавления $134,5^\circ\text{C}$. Сорбиновая кислота трудно растворима в холодной воде и довольно легко — в горячей; легко растворяется в спирте и эфире. Сорбиновая кислота устойчива к атмосферному окислению. Она синтезируется конденсацией кротонового альдегида с малоновой кислотой в среде пиридина. Известны и другие способы ее получения.

Установлено, что сорбиновая кислота активнее в отношении задержания роста микроорганизмов, дающих положительную реакцию на каталозу, а эффективность ее в отношении дрожжей и плесеней значительно повышается в кислой среде. В условиях высокой обсемененности эффективность сорбиновой кислоты невелика. Применение 0,03% сорбиновой кислоты в качестве добавки повышает стойкость безалкогольных напитков до 14—28 сут, а в дозе от 0,01 до 0,03% и в сочетании с 0,05% аскорбиновой кислоты, используемой в качестве антиоксиданта, позволяет повысить стойкость безалкогольных напитков до 26—30 сут.

Консервант юглон является оксипроизводным 1,4-нафтохинона (5-окси-1,4-нафтохинон), имеет кристаллическую структуру, цвет желто-оранжевый, температуру плавления 155—156°C, мало растворим в воде, растворим в спирте, петролейном эфире и других растворителях органического происхождения. Юглон в природе встречается в зеленой скорлупе незрелых грецких орехов. НПО ПБП разработана технология использования юглона, полученного химическим путем, для стабилизации состава безалкогольных напитков. Производство юглона синтетическим путем намечено организовать из динатриевой соли сульфонафталина методом щелочной плавки с последующей очисткой уксусной кислотой. Расход консерванта юглон составляет 1 мг на 1 л напитка.

Исследованиями НПО ПБП установлено, что чувствительность дрожжей по отношению к юглону неодинакова: наиболее чувствительны дрожжи *Sacch. vini*, *Sacch. cerevisiae*, менее чувствительны *Torulopsis apicola*, *Candida membranafaciens*.

Для повышения биологической стойкости безалкогольных напитков раствор юглона (0,5 г в 0,3 л 96%-ного этилового спирта) вносят в купажный сироп в количестве 0,3 л на каждые 100 л купажного сиропа, т. е. 5 мг на 1 л купажного сиропа, конечная концентрация его в готовом напитке не должна превышать 1 мг/л.

После внесения юглона купажный сироп тщательно перемешивают, выдерживают 2—4 ч, подвергают фильтрованию и направляют на розлив. Обработка безалкогольных напитков юглоном позволяет увеличить их стойкость до 1,5—2 мес.

Консервант плюмбогин также является оксипроизводным 1,4-нафтохинона (2-метил-5-окси-1,4-нафтохинон), выделяется из растительного сырья — декоративной травки цератостигма. Расход плюмбогина для повышения стойкости безалкогольных напитков составляет 3 мг на 1 л напитка.

Повышение стойкости пива может быть достигнуто консервированием, дезинфекцией и стерилизацией. Консервирование предусматривает также полное уничтожение микроорганизмов, содержащихся в пиве, или подавление их активности при одновременном разрушении или инактивации ферментов, свойственных субстрату.

Стабилизация пива проводится для обеспечения необходимой стойкости пива при длительном хранении, повышения стойкости неходовых сортов пива при хранении в торговой сети, повышения стойкости пива, предназначенного для экспортных поставок.

Пивоваренные заводы за рубежом выполняют это различными способами. В первом случае желаемая стойкость около 40 сут достигается фильтрованием через диатомитовые и пластинчатые фильтры, а иногда и стабилизацией. Во втором случае продление стойкости до 3—4 мес достигается стабилизацией состава пива. В третьем случае, предусматривающем увеличение стойкости пива до 6—12 мес, необходима стабилизация с тщательно разработанной системой фильтрования и розлива.

К числу стабилизирующих агентов относятся бентониты, препараты кремневой кислоты и полиамидные смолы. Эти стабилизаторы уменьшают общее содержание азота в пиве, но наряду с этим может измениться и содержание антоцианогенов. Алкалибентониты осаждают главным образом коагулируемый белок, однако при этом ухудшаются пенообразующие свойства пива и наблюдается исчезновение специфической горечи пива. Препараты кремневой кислоты имеют меньший аффинитет к коагулируемому белку, при этом соотношение пены и горьких веществ почти не изменяется.

В другую группу стабилизирующих агентов входят ферментные препараты. Они не адсорбируют высокомолекулярные белки, вызывающие помутнение, а способствуют синтезу низкомолекулярных продуктов. Ферменты добавляют частично в танки дображивания, а частично после фильтрования. Их воздействие усиливается при повышении температуры, например при пастеризации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахметшин Р. Г. и др. Опыт работы Киевского экспериментального завода безалкогольных напитков по применению цилиндроконических танков для производства хлебного кваса [Р. Г. Ахметшин, В. В. Рудольф, В. С. Иванов, Ф. Ф. Якубович, Г. С. Демчук, А. А. Ермаков]. — ЦНИИТЭИПищепром, 1977, НТРС № 7, с. 9—12.
2. Балашов В. Е., Рудольф В. В., Гараева Т. А. Организация производства концентратов в пиво-безалкогольной промышленности в СССР и за рубежом. — М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1978. — 25 с.
3. Балашов В. Е. Стойкость пива и безалкогольных напитков — показатель их качества. — М.: ЦБТЭИ Центросоюза, 1978. — 24 с.
4. Берлин Р. И. Расчет продуктов производства солода и пива. — М.: Пищепромиздат, 1963. — 37 с.
5. Главинский Д. Г. Современная техника пивоваренного производства. — М.: Пищевая промышленность, 1974. — 279 с.
6. De Clerck J. Новая солодовня системы «Все в ящике» производительностью 300 т/ящик. *Lécko de la Brasserie*, 1971, № 19, с. 305—309.
7. De Clerck J. Сушка солода в установке с толстым слоем. *Bios*, 1970, № 1, с. 160—170.
8. Dietze G., Haslbeck M., Mehnert H. Sugar substitutes in Diabetes dietetics. Symposium: Fructose and Diabetes Mellitus, Metabolic aspects. Helsinki, 1976, с. 43—54.
9. Технология производства светлого солода статическим способом с совмещением процессов замочки ячменя, ращения и сушки солода в одном агрегате. (Технологическая инструкция) — М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1978. — 7 с.
10. Kunze W. *Technologie Brauer und Mälzer*. — 2., verbesserte Auflage. — Leipzig: VEB Fachbuchverlag, 1967. — 552 с.
11. Материалы симпозиума по производству пива и прохладительных напитков, (М., 1973) — Стокгольм, изд. шведского экспортного совета, 1974. — 216 с.
12. Новиков Б. М. Автоматы для извлечения бутылок из ящиков и укладки их в ящики. — М.: Пищевая промышленность, 1977. — 110 с.
13. Предтеченский В. К. Расчет одноярусной сушилки. — Ферментная и спиртовая промышленность, 1976, № 1, с. 14—18.
14. Попов В. И. Оборудование предприятий пивоваренной и безалкогольной промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1974. — 280 с.
15. Попов В. И. и др. Технологическое оборудование предприятий бродильной промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1972. — 591 с.
16. Развитие безалкогольной промышленности за рубежом/[Г. Л. Филонова, М. А. Грум-Гржимайло, Ю. В. Нефедова, Т. И. Киреева, С. М. Беленький, В. В. Рудольф, Н. И. Шишина]. — М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1979. — 27 с.
17. Расчеты экономической эффективности применения на предприятиях пиво-безалкогольной промышленности мероприятий новой техники. — М.: Знание, 1978. — 177 с.
18. Рудольф В. В., Денщик М. Т. Оборудование заводов фруктовых вод. — М.: Пищевая промышленность, 1973. — 270 с.

19. Соколов В. И. Основы расчета и конструирования деталей и узлов пищевого оборудования. — М.: Машгиз, 1970. — 423 с.

20. Справочник по производству безалкогольных напитков. — М.: Пищевая промышленность, 1979. — 367 с.

21. Салманова Л. С., Жданова Л. А., Соболевская Т. Н. Производство концентратов пивного сусла за рубежом и в СССР. — М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1975. — 36 с.

22. Справочник проектировщика. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Под ред. И. Г. Староверова. — М.: Стройиздат, 1977. — 502 с.

23. Технологическая инструкция по производству солода и пива. — М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1975. — 115 с.

24. Hlaváček F., Lhotskj A. Pivovarstvi — Praha: SNTL — Nařladatelstvi technické literatury, 1972. — 538 с.

25. Фаерштерн Я. Д., Гафурова А. В. Современные агрегаты для пивоваренного производства. — М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1975. — 53 с.

26. Рысин С. А. Вентиляционные установки машиностроительных заводов. Справочник — М.: Машгиз, 1961. — 704 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава I. Производство солода	7
Технология замачивания ячменя и ращения солода в одном аппарате	8
Технология ячменного солода по способу «статической» солодовни	9
Технология ржаного ферментированного солода по способу «статической» солодовни	24
Активаторы, применяемые при солодоращении	27
Солодovorошители «передвижная грядка» типа ВВК с удлинителем пер- реброса	29
Автоматизированный шнековый ворошитель солода типа III4-BBIII	33
Сушилка солода типа P3-BCO-1	40
Производство солода на зарубежных предприятиях	51
Солодовня фирмы «Roelants»	51
Солодовни фирмы «Vancaspel S. A»	52
Солодовни фирмы «Nordon — Diebold»	55
Солодовня фирмы «Rheinstahl Wanheim Gesellschaft»	59
Солодовни фирмы «Steinecker»	59
Барабанные солодовни	60
Вспомогательное оборудование	61
Оборудование для замачивания ячменя	64
Солодосушилки	66
Росткоотбивные машины	68
Очистители солода	68
Глава II. Производство пива	69
Солодополировочные машины	69
Агрегаты для варки пивного сусла	70
Варочные автоматизированные агрегаты отечественного производства	71
Модернизация варочных агрегатов на действующих предприятиях	87
Новое оборудование зарубежных фирм	88
Установки для непрерывного производства сусла	91
Современные способы переработки хмеля	93
Технология молотого брикетированного хмеля	93
Технология получения изомеризованного экстракта хмеля	94
Установка P3-BXM-2 для дробления увлажненного хмеля	96
Современная техника осветления пивного сусла	98
Фильтрационные аппараты	99
Центрифуги и сепараторы	101
Намывные диатомитовые фильтры	103
Техника и технология брожения и дображивания пива	108
Установка для разведения чистой культуры дрожжей Свесского насос- ного завода	108
	245

Танки для главного брожения и дображивания пива	110
Установка для механизированной мойки и дезинфекции танков	113
Брожение и дображивание пива в цилиндрикоконических броидильных аппаратах	114
Применение новой высокоэффективной расы дрожжей для сбраживания пивного сусла	121
Намывные диатомитовые фильтры для осветления пива	122
Намывные диатомитовые фильтры отечественного производства	122
Намывные диатомитовые фильтры зарубежных фирм	129
Установка для полунепрерывного сбраживания пивного сусла	136
Установка для ускоренного сбраживания	137
Отечественная установка для непрерывного брожения и дображивания	139
Установки для непрерывного брожения и дображивания пива зарубежных фирм	144
Сепараторы для осветления пива	147
Технология концентрата сусла и пива	149
Глава III. Производство безалкогольных напитков	157
Индустриальный способ производства газированных безалкогольных напитков	157
Концентраты и композиции для изготовления безалкогольных напитков	158
Концентраты (основы) безалкогольных напитков в зарубежных странах	162
Производство безалкогольных напитков синхронно-смесительным способом	165
Синхронно-смесительные установки конструкции НПО ПБП	165
Синхронно-смесительные установки зарубежных фирм	170
Сатураторы современных конструкций	174
Установка для подготовки воды конструкции НПО ПБП	176
Технология безалкогольных напитков с применением ортофосфорной кислоты	178
Глава IV. Производство кваса	180
Характеристика и назначение концентратов квасного сусла и кваса	180
Технология концентратов квасного сусла и кваса	181
Целесообразность использования концентратов квасного сусла и кваса для повышения эффективности производства и улучшения качества продукции	186
Осветление квасных заторов при производстве концентрата квасного сусла	187
Технология пастеризованного Русского кваса	189
Интенсификация процесса сбраживания квасного сусла	193
Глава V. Технология розлива минеральных вод	194
Схемы розлива минеральных вод	194
Обеззараживание минеральных вод	198
Глава VI. Бестарные перевозки в производстве пива, кваса и минеральных вод	201
Безбаллонный способ доставки и хранения сжиженного диоксида углерода	201
Бестарные перевозки и хранение сахара-песка и сахара рафинированного жидкого	206
Бестарные перевозки и хранение пива и кваса	208
Бестарные перевозки минеральных вод	211

Глава VII. Современное оборудование для розлива пива и безалкогольных напитков в бутылки	216
Отечественные автоматизированные линии розлива	216
Автоматизированные линии розлива зарубежных фирм	219
Глава VIII. Стойкость пива и безалкогольных напитков и меры ее повышения	229
Общие требования к микробиологическому и санитарно-гигиеническому состоянию пиво-безалкогольных предприятий	233
Методы повышения стойкости пива и безалкогольных напитков	240
Список использованной литературы	243

ВЛАДИМИР ЕВГЕНЬЕВИЧ БАЛАШОВ,
ВЛАДИМИР ВАСИЛЬЕВИЧ РУДОЛЬФ

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА
И БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ**

Редактор А. И. Ковалевская
Художник М. В. Носов
Худ. редактор В. А. Чуракова
Технический редактор Л. И. Кувыркина
Корректор Т. Н. Бобрикова

ИБ № 387
Сдано в набор 23.09.80. Подписано в печать 17.03.81. Т-04392.
Формат 60×90^{1/16} Бумага типографская № 2 Гарнитура литера-
турная. Высокая печать. Объем 15,5 печ. л. Усл. печ. л. 15,5.
Усл. печ. кр. отт. 15,75. Уч.-изд. л. 18,36. Тираж 19 000 экз.
Заказ 1116. Цена 1 р. 10 к.

Издательство «Легкая и пищевая промышленность»
113035, Москва, М-35, 1-й Кадашевский пер., д. 12.

Московская типография № 8 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
Хохловский пер., 7.