

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Р. М. Маркевич, Т. И. Ахрамович, О. В. Остроух**

## **РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНЫХ И ТЕПЛОВЫХ БАЛАНСОВ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Электронное учебно-методическое пособие  
к курсовому и дипломному проектированию  
для студентов специальности 1-48 02 01 «Биотехнология»

Минск 2015

УДК 664.023(075.8)(0.034)

ББК 36.81я73

М26

Рассмотрено и рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом Белорусского государственного технологического университета

**Р е ц е н з е н т ы :**

кандидат технических наук,  
заведующая отделом биотехнологий РУП «Институт  
мясомолочной промышленности» *Н. Н. Фурик*;  
кандидат технических наук,  
доцент кафедры физико-химических методов  
сертификации продукции БГТУ *З. Е. Егорова*

**Маркевич, Р. М.**

М26 Расчет материальных и тепловых балансов пищевых производств : электронное учеб.-метод. пособие к курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности 1-48 02 01 «Биотехнология» / Р. М. Маркевич, Т. И. Ахрамович, О. В. Остроух. – Минск : БГТУ, 2015. – 192 с.

Приведены технологические схемы и их описание, методики материальных и тепловых расчетов, расчета и подбора основного технологического оборудования пищевых производств биотехнологической направленности. Рассмотрены технологии пастеризованного и стерилизованного молока и сливок, кисломолочных напитков, сметаны, творога, сыра, сливочного масла, технология хлебобулочных изделий, пива, виноградных и плодово-ягодных вин.

**УДК 664.023(075.8)(0.034)**

**ББК 36.81я73**

© УО «Белорусский государственный  
технологический университет», 2015

© Маркевич Р. М., Ахрамович Т. И.,  
Остроух О. В., 2015

# ПРЕДИСЛОВИЕ

Производство молочных продуктов, хлебобулочных изделий, пива, виноградных и плодово-ягодных вин сопряжено с применением биологических объектов (микроорганизмов, ферментов), т. е. все вышеперечисленные производства имеют биотехнологическую направленность.

Широкий ассортимент данной продукции обусловлен различиями свойств исходного сырья и методов его подготовки, состава применяемых заквасок, условий технологического процесса, вводимыми добавками и др. Все эти аспекты должны быть учтены при выборе технологической схемы получения конкретного продукта.

Учебно-методическое пособие к курсовому и дипломному проектированию включает производство пастеризованного и стерилизованного молока; сливок; молочных продуктов: кисломолочных напитков, сметаны, творога, сычужного сыра, сливочного масла; производство хлеба, пива, игристого вина периодическим способом и «Советского шампанского» непрерывным, производство плодовых крепленых вин специальной технологии и плодовых столовых вин улучшенного качества.

Рассмотрены различные варианты производства отдельных видов продукции. Отмечены особенности получения стерилизованного молока на установках с нагревателем инъекционного и инфузийного типа, получения творога традиционным и отдельным способами, производства сметаны традиционным способом и с предварительным созреванием сливок, изготовления масла сбиванием сливок и преобразованием высокожирных сливок, изложены разные варианты нормализации молока.

Для каждого из этих производств представлены описание технологического процесса и технологическая схема производства конкретного вида продукции, методики проведения материальных и тепловых расчетов, рекомендации по выполнению расчета и подбора основного технологического оборудования.

В приложениях приведены типовые нормы предельно допустимых потерь сырья и теплофизические свойства молока и молочных продуктов.

# 1. ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

## 1.1. Технологические схемы производства

### 1.1.1. Технология пастеризованного молока и сливок

**Пастеризованное молоко.** Технологический процесс получения пастеризованного молока включает следующие стадии: приемка и очистка молока, нормализация, составление смеси (для молока с добавками и наполнителями), гомогенизация, пастеризация, топление (для топленого молока), охлаждение, витаминизация (при производстве витаминизированного молока), розлив, упаковывание, маркирование, хранение, транспортирование.

При выработке нормализованного пастеризованного и топленого молока отобранное по качеству и очищенное молоко нормализуют по массовой доле жира. Для белкового молока его дополнительно нормализуют по массовой доле сухих обезжиренных веществ.

Нормализацию проводят в технологических емкостях различной вместимости либо в потоке.

В технологической емкости смешивают заранее отмеренный объем цельного молока с обезжиренным, если жирность нормализованного молока ниже жирности цельного, или со сливками, если жирность нормализованного молока больше, чем цельного.

С целью нормализации в потоке используют сепараторы-нормализаторы или сепараторы-сливкоотделители.

В первом случае молоко вначале подают в секцию рекуперации пластинчатой пастеризационно-охладительной установки для подогрева до температуры 35–45°C, затем направляют в сепаратор-нормализатор (рис. 1.1), где с помощью автоматической системы управления в обезжиренное молоко, выходящее из сепаратора-сливкоотделителя, подается часть сливок, необходимых для достижения требуемого значения жирности нормализуемого молока, либо в выходящий из сепаратора-сливкоотделителя поток сливок подается часть обезжиренного молока, если жирность исходного молока нужно повысить. Нормализованное до заданной жирности молоко далее направляют на гомогенизацию.

При отсутствии сепараторов-нормализаторов применяют сепараторы-сливкоотделители. В этом случае одну часть молока, подогретого в первой секции рекуперации пластинчатой пастеризационно-охладительной установки, направляют в сепаратор-сливкоотделитель, другую – в сепаратор-молокоочиститель. Обезжиренное молоко, выходящее из сепаратора-сливкоотделителя, смешивается в потоке с цельным молоком, поступающим из молокоочистителя.

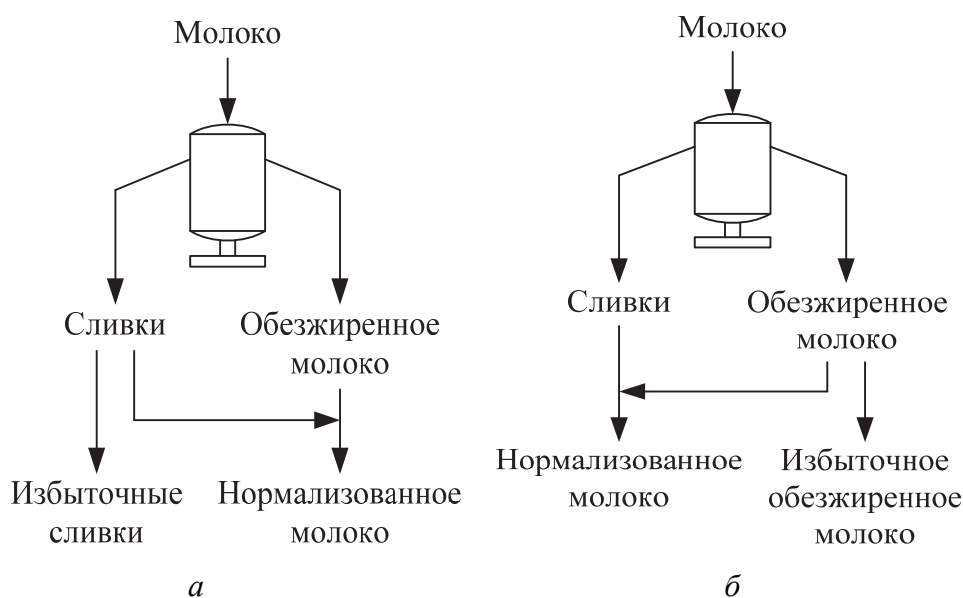


Рис. 1.1. Схема работы сепаратора-нормализатора:

*а* – жирность нормализованного молока ниже жирности исходного;

*б* – жирность нормализованного молока выше жирности исходного

Нормализованное по жиру молоко подогревают во второй секции рекуперации пластинчатой пастеризационно-охладительной установки до температуры  $45-70^{\circ}\text{C}$  и гомогенизируют при давлении  $12,5 \pm 2,5$  МПа, после чего гомогенизированное нормализованное молоко направляют на пастеризацию.

Гомогенизацию можно проводить отдельно, для чего нормализованное молоко, подогретое до температуры  $55-65^{\circ}\text{C}$ , сепарируют. Полученные сливки с массовой долей жира  $16-20\%$  гомогенизируют на двухступенчатом гомогенизаторе при давлении на первой ступени  $8-10$  МПа, на второй –  $2-2,5$  МПа. Гомогенизированные сливки смешивают в потоке с обезжиренным молоком, выходящим из сепаратора-сливкоотделителя, и направляют в секцию пастеризации пастеризационно-охладительной установки. Сливки можно гомогенизировать также перед их смешиванием с обезжиренным молоком при составлении нормализованного молока.

Для пастеризации молока большое распространение получили пластинчатые пастеризационно-охладительные установки (А1-ОКЛ-3, А1-ОКЛ-5, А1-ОКЛ-10, А1-ОКЛ-15, А1-ОКЛ-25), предназначенные для быстрого нагрева молока в тонком слое и закрытом потоке и последующего охлаждения его при кратковременной выдержке. Установка состоит из пластинчатого аппарата, уравнивательного бака с клапанно-поплавковым устройством, с помощью которого в баке поддерживается уровень молока, а следовательно, постоянный гидростатический напор для равномерной работы центробежного насоса, бойлера с инжектором пара, пульта управления, выдерживателя, центробежных насосов для молока и воды. Установка снабжена стабилизатором потока для обеспечения равномерности подачи молока в аппарат, трубопроводами с регулирующими клапанами, автоматическими клапанами.

Гомогенизированное нормализованное молоко поступает в секцию пастеризации пастеризационно-охладительной установки, где нагревается до температуры пастеризации горячей водой, циркулирующей с помощью центробежного насоса в замкнутом контуре бойлерно-инжекторного блока. Режим пастеризации выбирают в зависимости от бактериальной обсемененности молока и эффективности пастеризации при использовании имеющегося оборудования. Применяют кратковременную пастеризацию при температуре  $76 \pm 2^\circ\text{C}$  с выдержкой 20 с, при температуре  $85 \pm 2^\circ\text{C}$  без выдержки и длительную пастеризацию при температуре  $65 \pm 2^\circ\text{C}$  с выдержкой молока в выдерживателе на протяжении 30 мин.

Пастеризованное молоко направляется в секции рекуперации пластинчатой пастеризационно-охладительной установки, где охлаждается холодным молоком, а затем – в секции охлаждения для доохлаждения ледяной водой до температуры  $6 \pm 2^\circ\text{C}$ .

При нарушении заданного режима пастеризации молоко направляется автоматическим клапаном, стоящим на выходе молока из секции пастеризации, в уравнивательный бак, а оттуда – на повторную пастеризацию.

Охлажденное пастеризованное молоко направляют в промежуточную емкость, откуда оно подается на розлив и упаковывание. Допускается временное хранение пастеризованного молока в промежуточной емкости не более 6 ч.

Технологическая схема производства пастеризованного молока представлена на рис. 1.2, см. с. 8. Молоко, доставленное на молокоперерабатывающее предприятие автомолцистернами (1), взвешивают и центробежным насосом (2) подают в промежуточную емкость (3). Для очистки молоко направляют в сепаратор-молокоочиститель (4), а за-

тем охлаждают в пластинчатом охладителе (5) до температуры не выше 6°C. Охлажденное молоко хранят в емкости для хранения молока (6), откуда через уравнильный бак (7) его направляют в первую секцию рекуперации пастеризационно-охладительной установки (8). Подогретое до температуры 35–45°C молоко подают в сепаратор-сливкоотделитель (9), откуда нормализованное в потоке до заданной жирности молоко направляют во вторую секцию рекуперации пастеризационно-охладительной установки. Подогретое до температуры 45–70°C молоко поступает в гомогенизатор (10), давление гомогенизации  $12,5 \pm 2,5$  МПа. Гомогенизированное нормализованное молоко направляют в секцию пастеризации пастеризационно-охладительной установки для подогрева до температуры  $76 \pm 2^\circ\text{C}$ , выдержка молока при данной температуре составляет 20 с. Пастеризованное молоко охлаждается последовательно в секциях рекуперации и охлаждения пастеризационно-охладительной установки до температуры  $6 \pm 2^\circ\text{C}$  и направляется в емкость для хранения пастеризованного молока (11).

**Белковое молоко.** Особенностью производства белкового молока является нормализация не только по массовой доле жира, но и по содержанию сухих обезжиренных веществ. Для нормализации по массовой доле сухих обезжиренных веществ используют сухое цельное или обезжиренное молоко, которое в соответствии с рецептурой растворяют в небольшом количестве нормализованного по жиру молока при температуре 38°C, очищают и добавляют при перемешивании в нормализованное молоко перед пастеризацией.

**Топленое молоко.** В технологической схеме производства топленого молока имеется дополнительная стадия – топление, т. е. термообработка с выдержкой при высокой температуре. Вначале обработку молока ведут в соответствии с технологической схемой получения пастеризованного молока (рис. 1.2). После гомогенизации, которую проводят при температуре 70–85°C, молоко подогревают до температуры 55–99°C в трубчатом пастеризаторе (1, рис. 1.3, см. с. 9) и выдерживают в емкости для топления (2) до получения кремового оттенка. Длительность топления составляет от 3 до 5 ч в зависимости от массовой доли жира: с повышением жирности продолжительность топления уменьшается. При нормализации молока учитывают, что в результате топления жирность возрастает за счет выпаривания части влаги. Для предотвращения образования на поверхности молока слоя жира и белка молоко перемешивают через каждый час в течение 2–3 мин. После топления молоко охлаждают в пластинчатом охладителе (3) до температуры  $6 \pm 2^\circ\text{C}$  и направляется в емкость для хранения топленого молока (4).

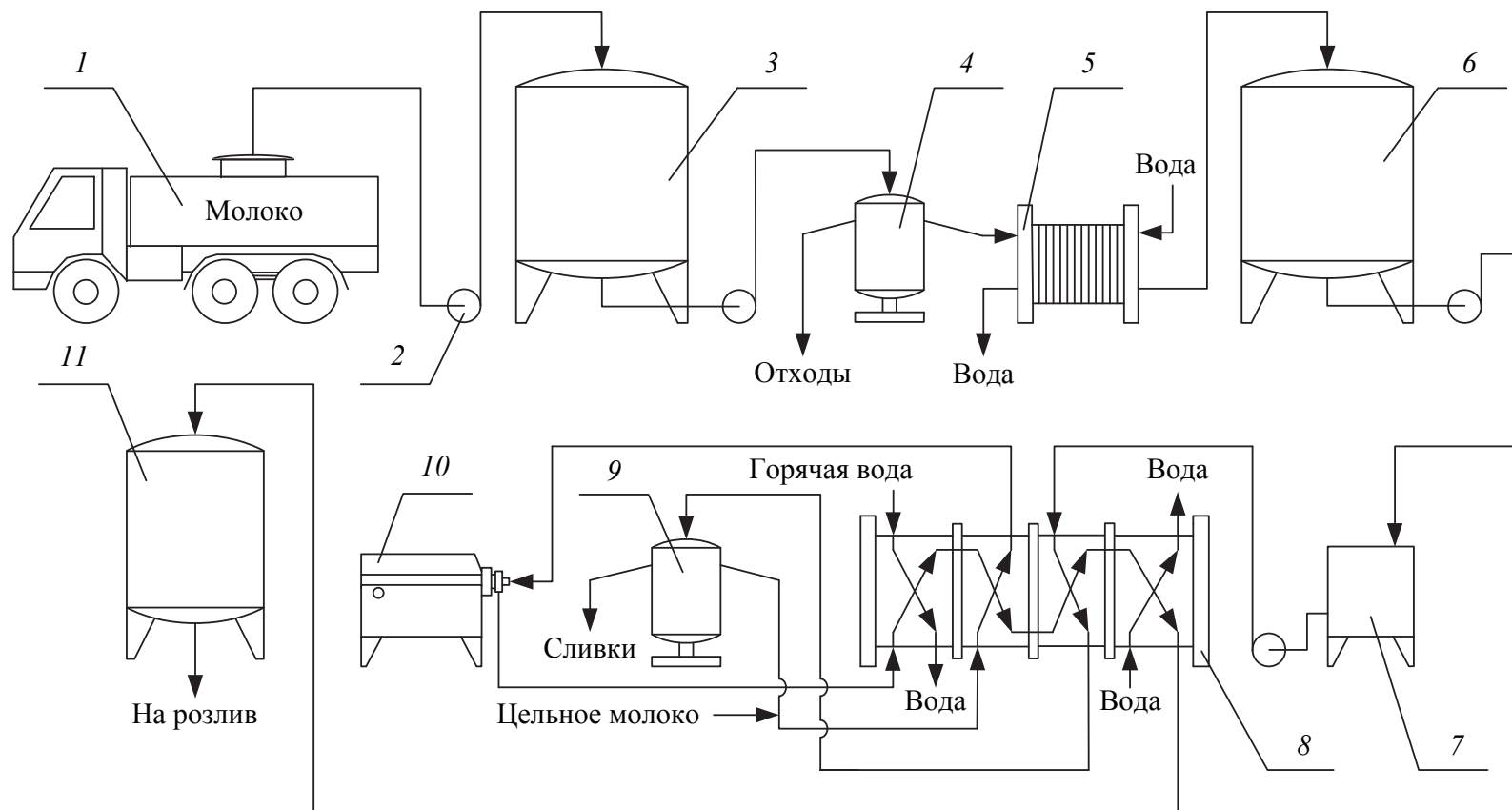


Рис. 1.2. Технологическая схема производства пастеризованного молока:

- 1 – автомолцистерна; 2 – центробежные насосы; 3 – промежуточная емкость; 4 – сепаратор-молокоочиститель;  
 5 – пластинчатый охладитель; 6 – емкость для хранения молока; 7 – уравнильный бак;  
 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 9 – сепаратор-сливкоотделитель; 10 – гомогенизатор;  
 11 – емкость для хранения пастеризованного молока



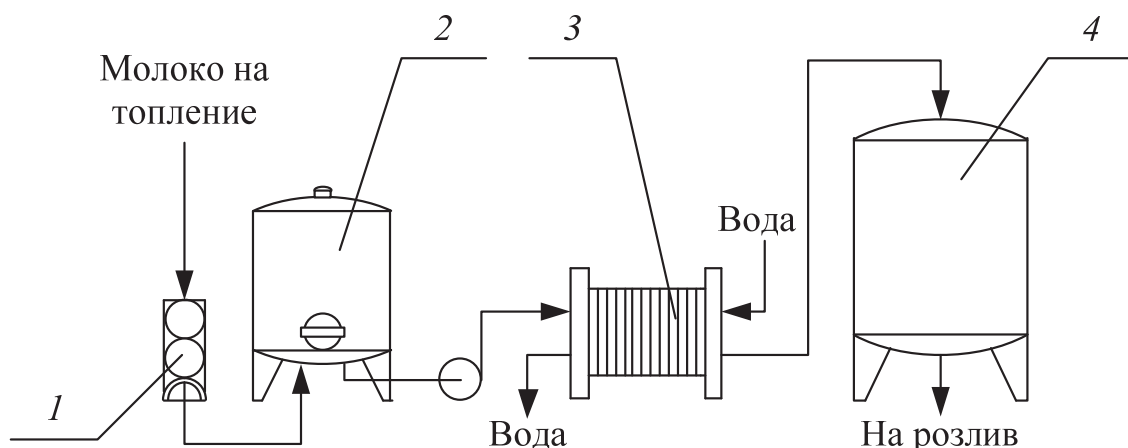


Рис. 1.3. Технологическая схема топления молока:  
 1 – трубчатый пастеризатор; 2 – емкость для топления;  
 3 – пластинчатый охладитель;  
 4 – емкость для хранения топленого молока

**Витаминизированное молоко.** Особенностью производства витаминизированного молока является внесение витамина С или аскорбината натрия в количестве 180 и 210 г соответственно на 1000 кг продукта. Сухие витаминные добавки растворяют в 1–2 дм<sup>3</sup> воды и вносят в емкость с пастеризованным молоком (11, рис. 1.2) при непрерывном перемешивании в течение 15–20 мин после внесения витамина. После перемешивания молоко выдерживают 30–40 мин и направляют на розлив.

**Пастеризованные сливки.** Технологический процесс получения пастеризованных сливок состоит из следующих операций: приемка и подготовка сырья, нормализация сливок, гомогенизация, пастеризация, охлаждение, розлив, упаковывание, маркирование, хранение, транспортирование.

Отобранное по качеству и очищенное молоко из емкости для хранения молока (1, рис. 1.4) насосом (2) через уравнильный бак (3) подают в секцию рекуперации пластинчатой пастеризационно-охладительной установки для молока (4), где оно подогревается до температуры 60–80°С и направляется в сепаратор-сливкоотделитель (5). Обезжиренное молоко из сепаратора возвращается в секцию пастеризации пастеризационно-охладительной установки, после пастеризации охлаждается последовательно в секциях рекуперации и охлаждения.

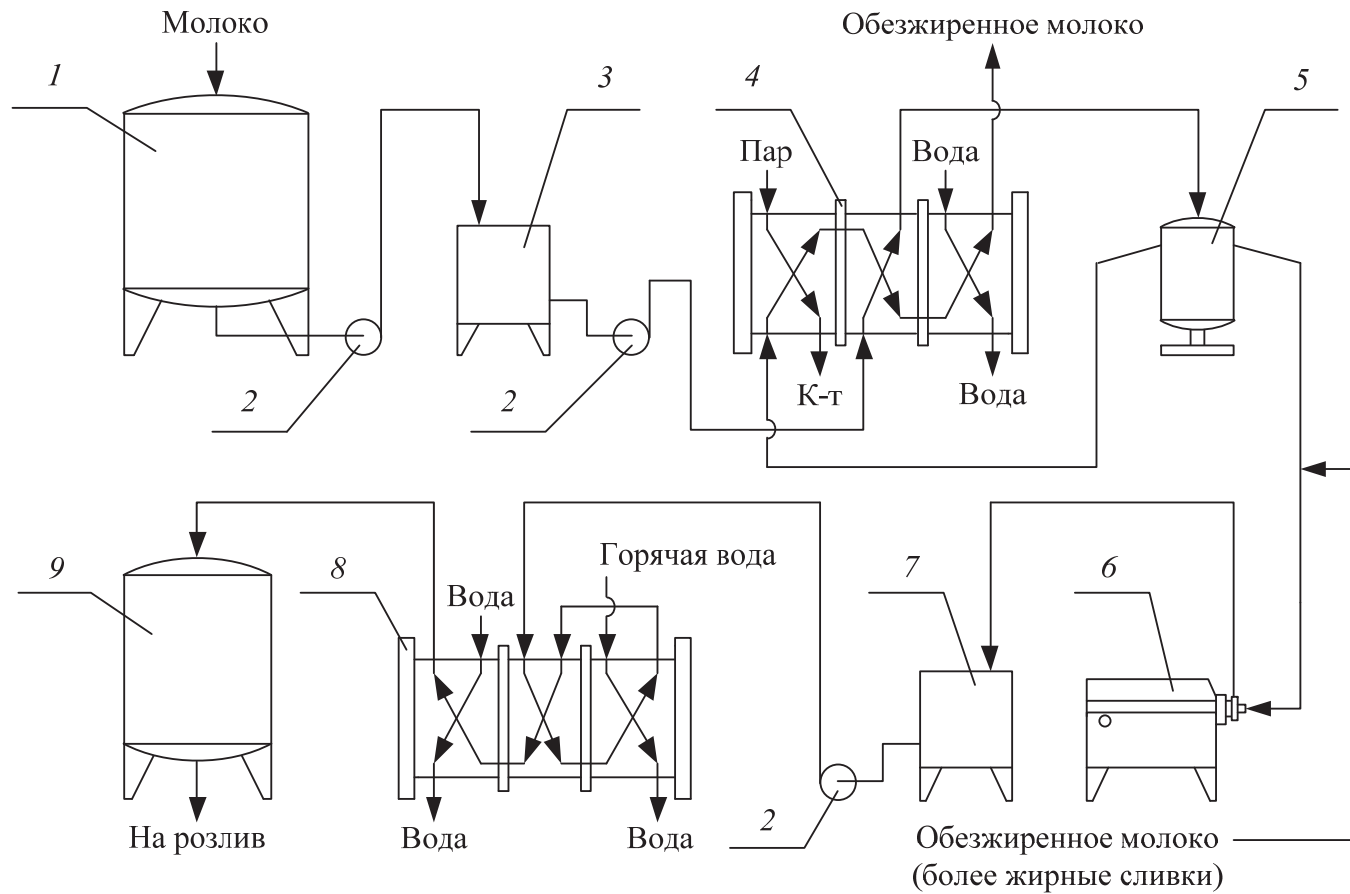


Рис. 1.4. Технологическая схема производства пастеризованных сливок:  
 1 – емкость для хранения молока; 2 – насосы; 3 – уравнильный бак;  
 4 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка для молока; 5 – сепаратор-сливкоотделитель;  
 6 – гомогенизатор; 7 – уравнильный бак; 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка для сливок;  
 9 – емкость для хранения сливок

Сливки, полученные сепарированием молока, нормализуют, добавляя обезжиренное молоко, если массовая доля жира в сливках выше нормируемой величины, или сливки с более высоким содержанием жира, если массовая доля жира в сливках ниже нормируемой. Далее сливки направляют в гомогенизатор (6), давление гомогенизации 5–10 МПа, температура 60–80°C. Нормализованные гомогенизированные сливки через уравнивательный бак (7) направляют в секцию рекуперации пластинчатой пастеризационно-охладительной установки для сливок (8).

Для пастеризации сливок используют установки ОП1-У2, А1-ОЛО/2, А1-ОКЛ-2, включающие пластинчатый аппарат, уравнивательный бак, бойлер с инжектором пара, пульт управления, центробежные насосы для сливок и воды, трубопроводы с регулирующими клапанами, автоматические клапаны возврата и циркуляции.

В секции рекуперации поступающие сливки нагреваются отводящимися пастеризованными сливками, а затем в секции пастеризации – горячей водой до температуры пастеризации, после чего через автоматический клапан возврата снова направляются в аппарат для охлаждения в секциях рекуперации и охлаждения. Сливки с массовой долей жира 10% пастеризуют при температуре  $80 \pm 2^\circ\text{C}$ , с массовой долей жира 20 и 30% – при температуре  $85 \pm 2^\circ\text{C}$  с выдержкой 15–20 с. Охлажденные до температуры 2–6°C сливки через автоматический клапан циркуляции отводятся из установки в емкость для хранения сливок (9) и на розлив.

### **1.1.2. Технология стерилизованного молока и сливок**

**Стерилизованное молоко.** Технологический процесс получения стерилизованного молока включает следующие стадии: приемка, очистка и охлаждение молока, нормализация, пастеризация, внесение солей-стабилизаторов, предварительный подогрев, деаэрация, гомогенизация, стерилизация, охлаждение, розлив, упаковывание, маркирование, хранение, транспортирование.

Отобранное по качеству молоко очищают на сепараторе-молокоочистителе без подогрева для сохранения термоустойчивости молока. После очистки молоко охлаждают до температуры  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  и нормализуют. Далее молоко пастеризуют при температуре  $76 \pm 2^\circ\text{C}$  с выдержкой 20 с и охлаждают до  $6 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Перед стерилизацией проверяют термоустойчивость молока. Если алкогольная проба нормализованного и пастеризованного молока вы-

ше III группы, то добавляют соли-стабилизаторы в виде водных растворов концентрацией до 0,05% и перемешивают не менее 15 мин. Соли-стабилизаторы необходимо вносить в молоко непосредственно перед стерилизацией.

Оборудование для стерилизации можно разделить на две группы: оборудование для стерилизации молока в таре и стерилизации молока в потоке (рис. 1.5).

Молоко в таре стерилизуют периодическим способом (в автоклавах), полунепрерывным (в стерилизаторах туннельного типа) и непрерывным (в гидростатических стерилизаторах).

Аппараты поверхностного типа для стерилизации молока в потоке схожи по конструкции с пастеризационно-охладительными установками поверхностного типа. Поскольку температура стерилизации молока составляет более 100°C, чтобы молоко не выкипало, его следует прокачивать через аппарат под высоким давлением, что предъявляет к аппарату высокие прочностные требования.

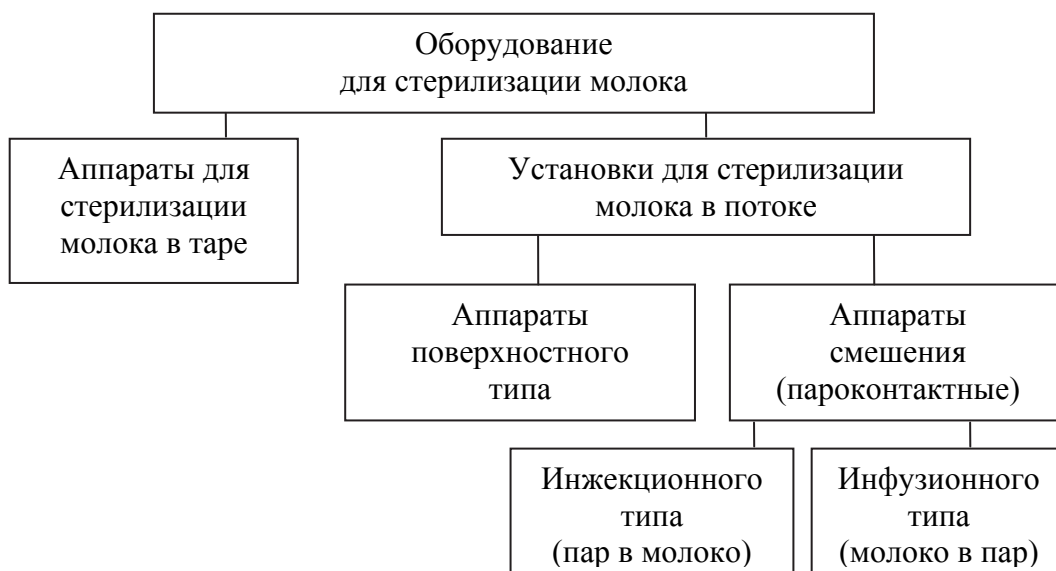


Рис. 1.5. Классификация оборудования для стерилизации молока

Принцип работы аппаратов смешения (пароконтактных) основан на непосредственном смешивании греющей и нагреваемой сред. Данные теплообменники нашли применение в технологиях стерилизации и ультрапастеризации, где непосредственно в продукт подается теплоноситель – острый очищенный пар (технология «пар в продукт», injection) либо продукт распыляется в облако пара (технология «продукт в пар», infusion).

Основным достоинством теплообменников смешения является высокая скорость нагрева продукта, что положительно сказывается на органолептических качествах готовой продукции. К недостаткам данных теплообменных аппаратов нужно отнести необходимость использования дополнительного оборудования для очистки пара, а также учета и регулирования влаги, попавшей вместе с ним в продукт. Для теплообменников смешения необходимы также большие затраты энергии на единицу выпускаемой продукции в сравнении с поверхностными теплообменниками.

При использовании пароконтактной стерилизационной установки с нагревателем инжекционного типа подготовленное к стерилизации молоко направляют в уравнительный бак (1) установки, откуда оно центробежным насосом (2) подается в первый (3) и второй (4) подогреватели (рис. 1.6, см. с. 15). В первом подогревателе молоко подогревается вторичным паром, во втором – паром из котельной. Насосом высокого давления (5) подогретое молоко перекачивается в пароконтактный нагреватель (6), где нагревается до температуры стерилизации  $137 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Пароконтактный нагреватель инжекционного типа представляет собой закрытый канал, по которому движется нагреваемое молоко. В поток молока через специальные отверстия поступает водяной насыщенный пар. Степень нагрева молока определяется объемом пара и его температурой, количество подаваемого пара регулируется регулятором температуры стерилизации (7).

Нагретое до температуры стерилизации молоко направляется в вакуумную камеру (8), где вскипает при пониженном давлении. При этом из молока удаляется влага, попавшая в него при конденсации пара. Стерилизованное молоко откачивается из вакуум-камеры асептическим насосом (10) к асептическому гомогенизатору (11). Гомогенизированное стерилизованное молоко охлаждается в охладителе (12) до температуры  $20^\circ\text{C}$  и направляется на фасование и упаковывание. Соотношение сухих веществ в исходном и стерилизованном молоке контролируется регулятором соотношения (13).

В пароконтактной установке с нагревателем инфузийного типа (рис. 1.7, см. с. 16) подготовленное к стерилизации молоко из уравнительного бака (1) насосом (2) подается в первый подогреватель (3), а затем во второй (4). В первом подогревателе молоко подогревается вторичным паром и паром, поступающим из второго подогревателя, во второй подогреватель пар подается из пароконтактного нагревателя, куда он поступает из котельной. Далее насосом

высокого давления (5) молоко подается в пароконтактный подогреватель (6) – вертикальную цилиндрическую камеру, в которой разбрызгивается в среде греющего пара. С помощью регулятора температуры стерилизации (7) устанавливается требуемый объем подаваемого пара. Стерилизованное молоко из пароконтактного подогревателя поступает в вакуум-камеру (8), вскипает, охлаждается в условиях пониженного давления, и из него удаляется избыток конденсированной влаги. Соотношение сухих веществ в исходном и стерилизованном молоке контролируется регулятором соотношения (9). Молоко из вакуум-камеры асептическим насосом (10) подается в асептический гомогенизатор (11). Гомогенизированное стерилизованное молоко охлаждается в охладителе (12) до температуры 20°C и направляется на фасование и упаковывание.

**Стерилизованные сливки.** Схема технологического процесса производства стерилизованных сливок такая же, как и стерилизованного молока. Она включает следующие операции: приемка, очистка и охлаждение молока, внесение солей-стабилизаторов, сепарирование, нормализация, пастеризация, предварительный подогрев сливок, деаэрация, гомогенизация, стерилизация, охлаждение, розлив, упаковывание, маркирование, хранение, транспортирование.

Отобранное по качеству молоко очищают на сепараторе-молокоочистителе без подогрева для сохранения его термоустойчивости и охлаждают до температуры  $4 \pm 2^\circ\text{C}$ . При необходимости хранения молоко пастеризуют при температуре  $76 \pm 2^\circ\text{C}$  с выдержкой 20 с и охлаждают. Раствор солей-стабилизаторов вносят в сырое или пастеризованное молоко непосредственно перед сепарированием. Сепарирование молока и нормализацию сливок проводят так же, как и при получении пастеризованного молока.

При необходимости хранения сливки пастеризуют при температуре  $80 \pm 2^\circ\text{C}$  с выдержкой 20 с и охлаждают до температуры  $4 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Сливки, подготовленные к стерилизации, предварительно нагревают до  $83 \pm 2^\circ\text{C}$  и подают в деаэратор, после которого сливки с температурой  $75 \pm 2^\circ\text{C}$  направляют в гомогенизатор, в котором поддерживают давление  $(10-15) \pm 2,5\text{МПа}$ . Гомогенизированные сливки подогревают до температуры стерилизации  $137 \pm 2^\circ\text{C}$  и выдерживают в течение 4 с. Стерилизованные сливки охлаждают до 20°C и через стерильную емкость направляют на розлив.

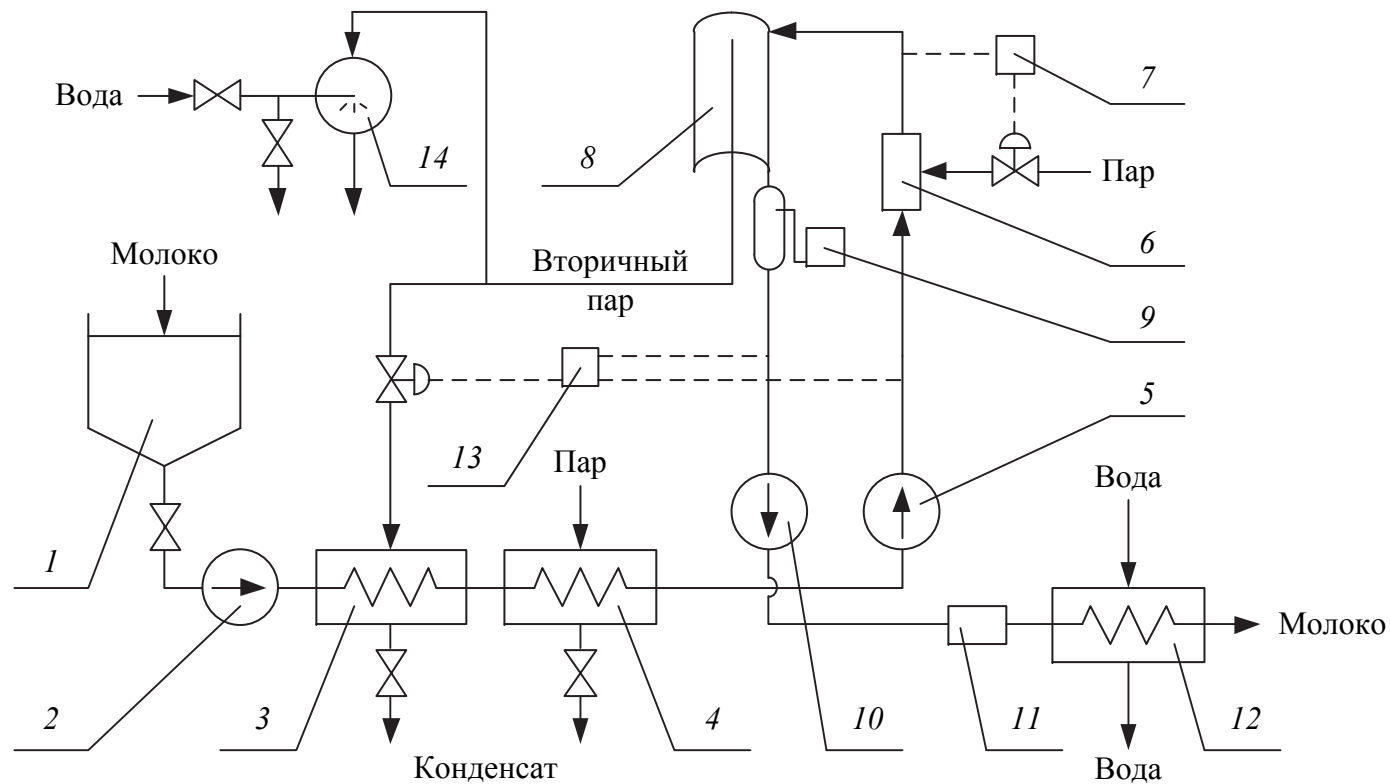


Рис. 1.6. Схема пароконтактной стерилизационной установки с нагревателем инъекционного типа:  
 1 – уравнильный бак; 2 – центробежные насосы; 3 – первый подогреватель; 4 – второй подогреватель;  
 5 – насос высокого давления; 6 – пароконтактный нагреватель; 7 – регулятор температуры стерилизации;  
 8 – вакуумная камера; 9 – регулятор уровня; 10 – асептический насос; 11 – асептический гомогенизатор;  
 12 – охладитель; 13 – регулятор соотношения; 14 – конденсатор

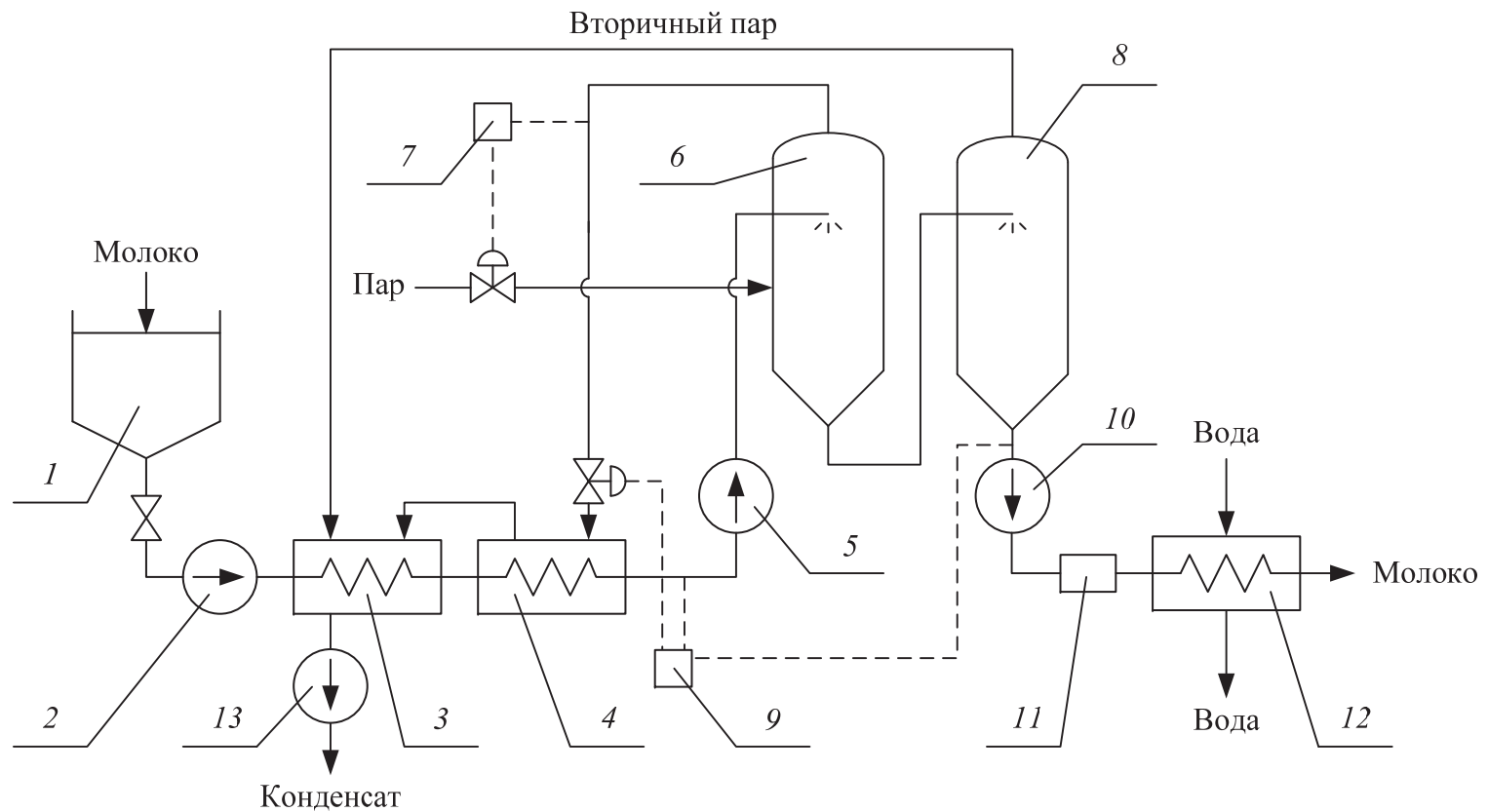


Рис. 1.7. Схема пароконтактной стерилизационной установки с нагревателем инфузийного типа:  
 1 – уравнильный бак; 2 – центробежные насосы; 3 – первый подогреватель; 4 – второй подогреватель;  
 5 – насос высокого давления; 6 – пароконтактный нагреватель; 7 – регулятор температуры стерилизации;  
 8 – вакуумная камера; 9 – регулятор соотношения; 10 – асептический насос; 11 – асептический гомогенизатор;  
 12 – охладитель; 13 – насос для конденсата



### 1.1.3. Технология кисломолочных напитков

**Кефир.** Технологический процесс получения кефира включает следующие операции: приемка и очистка молока, нормализация, гомогенизация, пастеризация, охлаждение, заквашивание, сквашивание, перемешивание, охлаждение, созревание, розлив, упаковывание, маркирование, хранение, транспортирование.

Отобранное по качеству, очищенное и охлажденное молоко в сепараторе-сливкоотделителе (1, рис. 1.8) разделяют на фракции: сливки направляют в емкость для сливок (2), а обезжиренное молоко – в емкость для обезжиренного молока (3), откуда оно центробежным насосом подается для нормализации по массовой доле жира в емкость (4). Нормализация молока может проводиться в потоке, как и при производстве пастеризованного молока.

Нормализованное молоко поступает в уравнильный бак (5) пластинчатой пастеризационно-охладительной установки (6).

Для пастеризации молока при производстве кисломолочных напитков применяют пластинчатые пастеризационно-охладительные установки А1-ОПК-5, ОПЛ-10. Установка состоит из пластинчатого аппарата, уравнильного бака с клапанно-поплавковым устройством, стабилизатора потока, бойлера, инжектора, сепаратора-молокоочистителя, выдерживателя емкостного типа, центробежных насосов для молока и воды, пульта управления с автоматическими приборами контроля, регулирования, регистрирования, автоматического клапана возврата молока.

Из уравнильного бака молоко, имеющее температуру 5–10°C, центробежным насосом подается в первую секцию рекуперации пастеризационно-охладительной установки, где подогревается пастеризованным молоком до температуры 55–60°C и поступает в сепаратор-молокоочиститель (7). Очищенное молоко возвращается во вторую секцию рекуперации пастеризационно-охладительной установки, подогревается до температуры 75–78°C и направляется в гомогенизатор (8), давление гомогенизации 17,5 МПа. Гомогенизированное молоко в секции пастеризации нагревается до температуры пастеризации горячей водой и направляется для выдержки в выдерживатель (9). При температуре пастеризации  $85 \pm 2^\circ\text{C}$  выдержка составляет 5–10 мин, если температура пастеризации  $90 \pm 2^\circ\text{C}$  продолжительность выдержки 3 мин. С помощью центробежного насоса пастеризованное молоко возвращается в пастеризационно-охладительную установку, проходит сначала вторую, затем первую секции рекуперации, после чего в секции охлаждения температура молока доводится до 20–25°C.

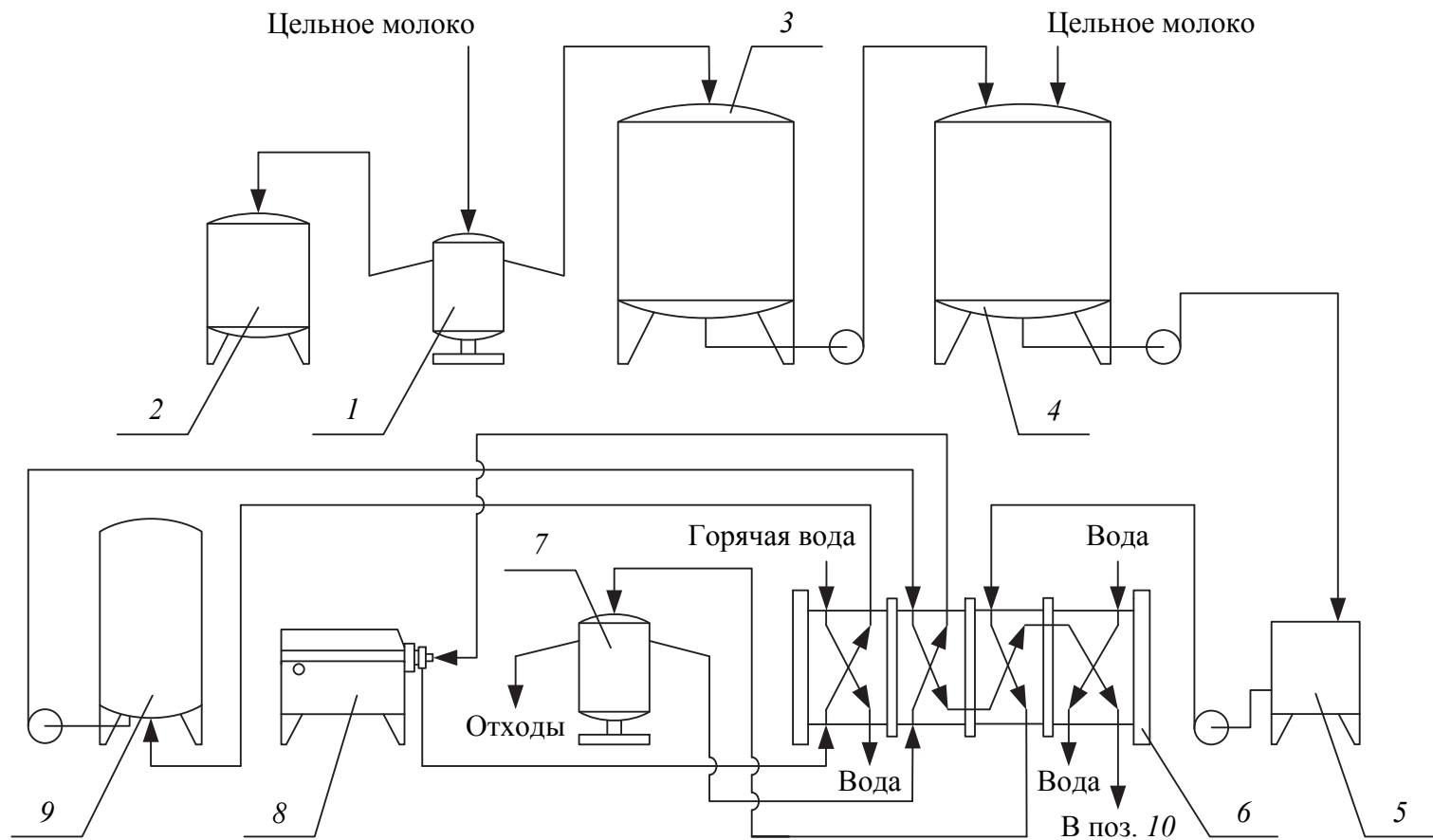


Рис. 1.8. Технологическая схема производства кисломолочных напитков (начало, окончание см. на с. 19):

- 1 – сепаратор-сливкоотделитель; 2 – емкость для сливок; 3 – емкость для обезжиренного молока;  
 4 – емкость для нормализации молока; 5 – уравнильный бак; 6 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка;  
 7 – сепаратор-молокоочиститель; 8 – гомогенизатор; 9 – выдерживатель

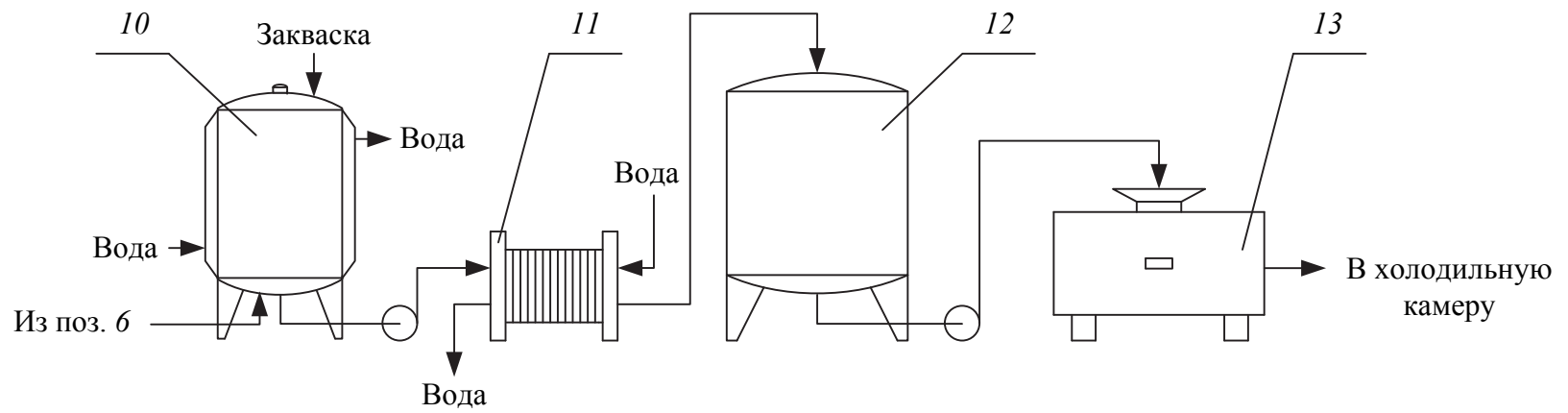


Рис. 1.8. Окончание (начало см. на с. 18):  
 10 – резервуар для заквашивания; 11 – пластинчатый охладитель; 12 – резервуар для созревания;  
 13 – фасовочно-упаковочный автомат

Охлажденное молоко подают в резервуар для заквашивания, куда одновременно вносят при работающей мешалке закваску в количестве 5–10%. Через 15 мин мешалку отключают. Окончание сквашивания определяют по образованию плотного сгустка и достижению кислотности 85–100°Т, продолжительность сквашивания составляет 8–12 ч. По окончании сквашивания кефир перемешивают, охлаждают в пластинчатом охладителе (11) и направляют в резервуар (12) для созревания. Розлив и упаковывание производят на фасовочно-упаковочном автомате (13).

#### **1.1.4. Технология сметаны**

**Производство сметаны традиционным способом (с применением гомогенизации сливок).** Технологический процесс включает следующие операции: приемка и подготовка молока, сепарирование молока, нормализация, пастеризация, гомогенизация, охлаждение, заквашивание, сквашивание, фасование, упаковывание, маркирование, охлаждение и созревание, хранение, транспортирование.

Отобранное по качеству, очищенное и охлажденное молоко из промежуточной емкости (1, рис. 1.9) центробежным насосом (2) подают в пластинчатый нагреватель (3), подогревают до температуры 40–45°С и направляют в сепаратор-сливкоотделитель (4). Полученные сливки в емкости для нормализации сливок (5) нормализуют по массовой доле жира с учетом нормы вносимой закваски, добавляя в них цельное молоко, обезжиренное молоко или более жирные сливки.

Нормализованные сливки подают на пастеризацию. В зависимости от вида получаемой сметаны используют следующие режимы пастеризации сливок: при температуре 85–90°С с выдержкой от 15 с до 10 мин и при температуре 90–95°С с выдержкой от 15–20 с до 5 мин. Для пастеризации сливок используют комбинированные теплообменные установки, включающие пластинчатые и трубчатые аппараты.

Через уравнильный бак (6) сливки сначала подают в пластинчатую пастеризационно-охладительную установку (7), где они подогреваются последовательно в двух секциях рекуперации (гомогенизированными и пастеризованными сливками) до температуры 70–80°С, а затем сливки направляют в трубчатый пастеризатор (8) для нагрева до температуры пастеризации и выдержки при этой температуре. Пастеризованные сливки возвращают в пастеризационно-охладительную установку, где охлаждают до температуры 60–70°С и через промежуточную емкость (9) подают в гомогенизатор (10). Увеличение площади поверхности жировой фазы в результате гомогенизации сливок положительно влияет на отвердевание молочного жира при созревании сметаны и способствует формированию густой консистенции продукта. В зависимости от массовой доли жира давление гомогенизации составляет от 7 до 15 МПа.

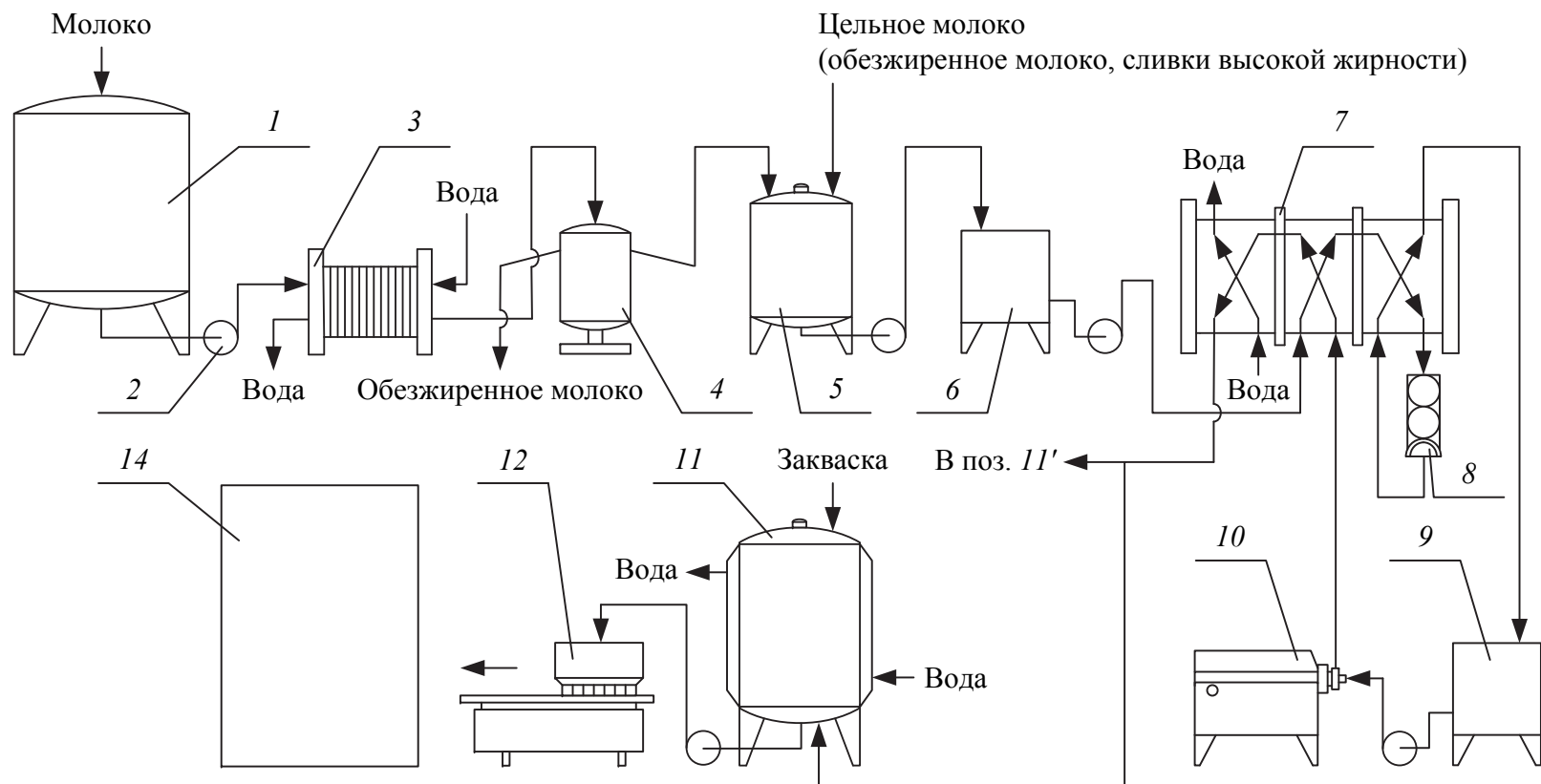


Рис. 1.9. Технологическая схема производства сметаны традиционным способом (с применением гомогенизации сливок)  
(начало, окончание см. на с. 22):

- 1 – емкость для хранения молока; 2 – центробежные насосы; 3 – пластинчатый нагреватель; 4 – сепаратор-сливкоотделитель;  
5 – емкость для нормализации сливок; 6 – уравнильный бак; 7 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка;  
8 – трубчатый пастеризатор; 9 – промежуточная емкость; 10 – гомогенизатор; 11 – емкость для сквашивания;  
12 – фасовочно-упаковочный автомат; 14 – холодильная камера

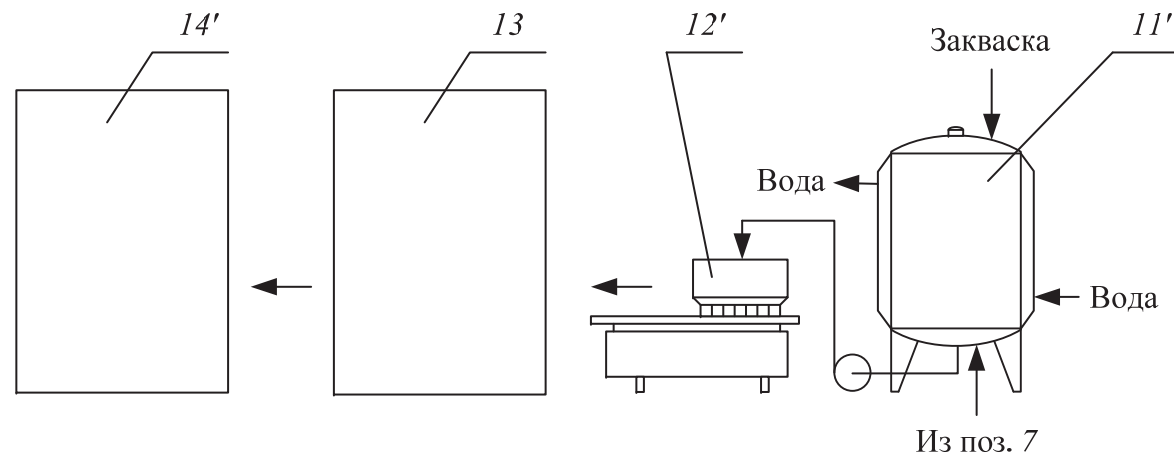


Рис. 1.9. Окончание (начало см. на с. 21):  
 11' – емкость для сквашивания; 12' – фасовочно-упаковочный автомат;  
 13 – термостатная камера; 14' – холодильная камера

Гомогенизированные пастеризованные сливки возвращают в пластинчатую пастеризационно-охладительную установку для охлаждения до температуры сквашивания, которая определяется видом выпускаемой сметаны: для сметаны диетической и 15%-ной жирности температура сквашивания составляет 28–32°C, для сметаны жирностью 18–36% – 26–28°C, для ацидофильной и любительской – 40–45°C.

Производство сметаны может осуществляться резервуарным или термостатным способом. При резервуарном способе охлажденные сливки подают в емкость для сквашивания (11), куда вносят бактериальную закваску для сметаны, перемешивают в течение 10–15 мин и оставляют до образования сгустка и нарастания кислотности. Через 1 и 2 ч сливки дополнительно перемешивают, продолжительность сквашивания составляет 13–16 ч. Сквашенные сливки перемешивают, охлаждают до температуры 18–20°C и направляют в фасовочно-упаковочный автомат (12). Фасованную и упакованную сметану подают в холодильную камеру (14) для охлаждения до температуры 5–8°C и созревания с целью формирования плотной консистенции. Длительность созревания продукта в крупной таре составляет 12–48 ч, в мелкой – 6–8 ч.

При термостатном способе заквашенные в емкости (11') сливки направляют в фасовочно-упаковочный автомат (12'), а затем в термостатную камеру (13) для сквашивания. Продолжительность сквашивания составляет 10–16 ч. После сквашивания сметану транспортируют в холодильную камеру (14') для охлаждения и созревания.

**Производство сметаны с созреванием сливок перед сквашиванием.** Технологический процесс включает следующие операции: приемка и подготовка молока, сепарирование молока, нормализация, пастеризация, охлаждение, созревание, заквашивание, сквашивание, фасование, упаковывание, маркирование, охлаждение и созревание, хранение, транспортирование.

Получение сливок, их нормализацию и пастеризацию проводят аналогично операциям при производстве сливок традиционным способом: из промежуточной емкости (1, рис. 1.10.) очищенное и охлажденное молоко центробежным насосом (2) подают в пластинчатый нагреватель (3), затем направляют в сепаратор-сливкоотделитель (4), полученные сливки нормализуют в емкости для нормализации сливок (5) и через уравнивательный бак (6) направляют в пластинчатую пастеризационно-охладительную установку (7), где сначала подогревают пастеризованными сливками, а затем пастеризуют в трубчатом пастеризаторе (8).

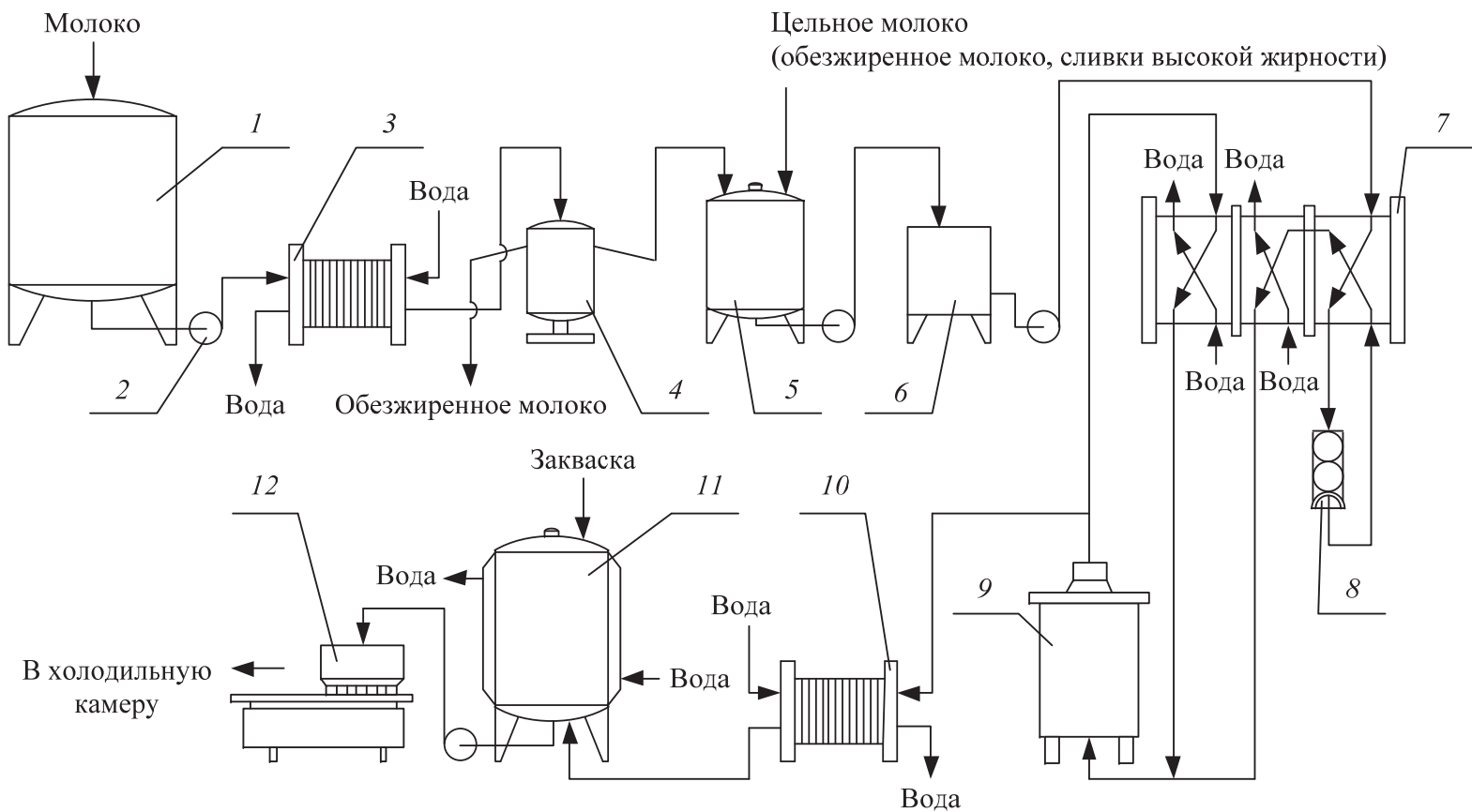


Рис. 1.10. Технологическая схема производства сметаны с созреванием сливок перед сквашиванием:  
 1 – емкость для хранения молока; 2 – насосы; 3 – пластинчатый нагреватель; 4 – сепаратор-сливкоотделитель;  
 5 – емкость для нормализации сливок; 6 – уравнильный бак;  
 7 – пластинчатая пастеризационно-охлаждающая установка для сливок;  
 8 – трубчатый пастеризатор; 9 – аппарат для созревания сливок; 10 – пластинчатый теплообменник;  
 11 – емкость для сквашивания; 12 – фасовочно-упаковочный автомат



Далее пастеризованные сливки подвергают ступенчатому охлаждению. Сначала в секции охлаждения пастеризационно-охладительной установки сливки охлаждают до температуры 20°C и направляют в аппарат для созревания сливок (9), где выдерживают 1,5–2 ч для отвердевания высокоплавких глицеридов в наиболее стабильных полиморфных формах. Затем сливки охлаждают до температуры 2–8°C в турбулентном потоке путем циркуляции их через секцию охлаждения пастеризационно-охладительной установки и выдерживают 0,5–1 ч для образования большого количества смешанных кристаллов легко- и среднеплавких глицеридов в легкоплавких полиморфных формах. Эти кристаллы стабилизируются при последующем сквашивании и послужат затравкой для дополнительного отвердевания глицеридов при охлаждении сквашенной сметаны.

Созревшие сливки подогревают до температуры сквашивания в пластинчатом теплообменнике (10), при этом температура теплоносителя не должна превышать 25°C. Подготовленные сливки направляют в емкость для сквашивания (11), куда вносят бактериальную закваску для сметаны, перемешивают в течение 10–15 мин и оставляют до образования сгустка и нарастания кислотности. Температура сквашивания сливок летом не должна быть более 22°C, зимой – более 24°C во избежание излишнего расплавления отвердевшего жира, продолжительность сквашивания 13–16 ч.

Полученную сметану охлаждают до температуры 18–20°C и направляют в фасовочно-упаковочный автомат (12). В результате предварительной термомеханической обработки сливок после перемешивания сметана сохраняет высокие тиксотропные свойства. В белковую структуру сгустка входит максимально отвердевший, равномерно распределенный жир, обладающий достаточной термоустойчивостью и не расплавляющийся при перемешивании, поэтому дополнительного созревания такая сметана не требует. Фасованная и упакованная сметана поступает в холодильные камеры для охлаждения до температуры 5–8°C.

### **1.1.5. Технология творога**

**Производство творога традиционным способом.** Технологический процесс включает следующие операции: приемка и подготовка молока, сепарирование молока, нормализация, пастеризация, охлаждение, заквашивание, сквашивание, разрезание сгустка, отделение сыворотки, самопрессование, прессование, охлаждение, фасование, упаковывание, маркирование, хранение, транспортирование.

Отобранное по качеству, очищенное и охлажденное молоко из промежуточной емкости (1, рис. 1.11, см. с. 27) центробежным насо-

сом (2) через уравнильный бак (3) подают в секцию рекуперации пластинчатой пастеризационно-охладительной установки (4), где подогревают до температуры 35–39°C и направляют в сепаратор-нормализатор или сепаратор-сливкоотделитель (5).

При изготовлении творога жирного и полужирного молоко нормализуют по жиру с учетом массовой доли белка в цельном молоке с целью обеспечения заданного содержания жира и влаги в готовом продукте. Как и при производстве пастеризованного молока, для нормализации в потоке используют сепараторы-нормализаторы или, в случае их отсутствия, сепараторы-сливкоотделители, куда подают часть молока. Обезжиренное молоко, выходящее из сепаратора-сливкоотделителя, смешивается в потоке с другой частью – цельным молоком, поступающим из молокоочистителя.

Нормализованное молоко далее подается на пастеризацию и охлаждение в пастеризационно-охладительную установку. Пастеризацию нормализованного молока осуществляют при температуре 70–80°C с выдержкой 20–30 с, после чего молоко охлаждают до температуры сквашивания, которая в теплое время года составляет 28–30°C, а в холодное – 30–32°C и направляют на заквашивание в творожную ванну творогоизготовителя (6). Творогоизготовитель ТИ-4000 имеет перфорированную пресс-ванну, что позволяет механизировать отделение сыворотки и прессование сгустка.

В подготовленное молоко вносят закваску (при кислотной коагуляции) или закваску, хлорид кальция и сычужный фермент (при кислотно-сычужной коагуляции), перемешивают и оставляют в покое до окончания сквашивания. Продолжительность сквашивания составляет 6–8 ч. Готовый сгусток разрезают специальными проволочными ножами и оставляют в покое на 40–60 мин с целью выделения сыворотки и нарастания кислотности.

В производстве нежирного творога, когда используют кислотную коагуляцию, для ускорения обезвоживания сгустка его нагревают до температуры 36–38°C и выдерживают 15–20 мин.

После удаления части выделившейся сыворотки осуществляют прессование сгустка с помощью перфорированной пресс-ванны, на которую натянута фильтрующее полотно. С помощью гидропривода пресс-ванна опускается со скоростью 200 мм/мин до соприкосновения с зеркалом сгустка, а затем, во время прессования сгустка, – со скоростью 2–4 мм/мин. Сыворотку периодически откачивают из пресс-ванны вакуум-насосом. Продолжительность прессования в зависимости от вида творога и требуемой массовой доли влаги составляет 4–6 ч. После прессования пресс-ванну поднимают, а творог направляют для охлаждения до температуры 8–12°C в охладитель для творога (7).

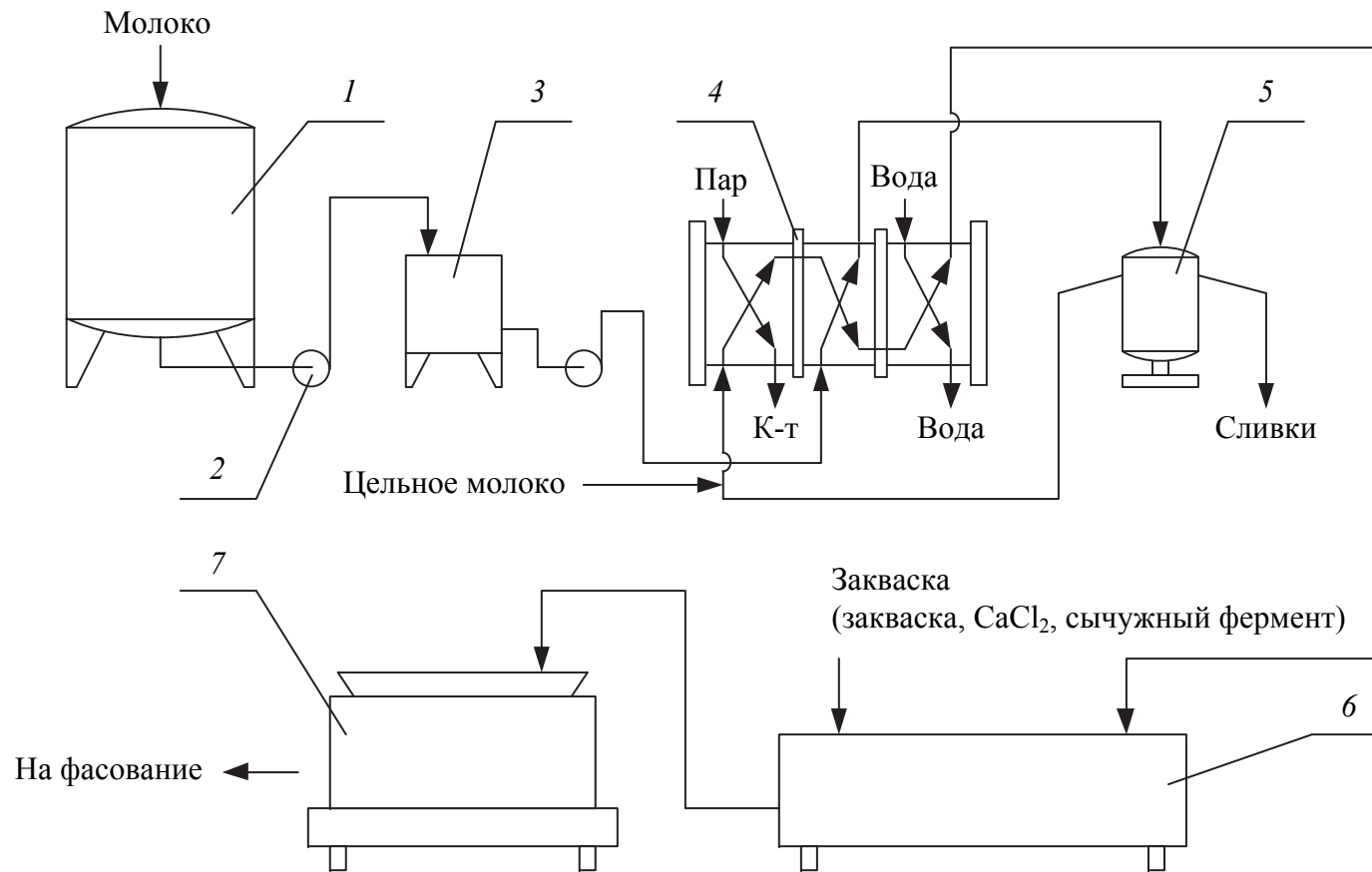


Рис. 1.11. Технологическая схема производства творога традиционным способом:  
 1 – промежуточная емкость; 2 – центробежные насосы; 3 – уравнильный бак;  
 4 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 5 – сепаратор-сливкоотделитель;  
 6 – творогоизготовитель; 7 – охладитель для творога

**Производство творога раздельным способом.** Технологический процесс включает следующие операции: приемка и подготовка молока, сепарирование молока, нормализация сливок, пастеризация сливок, охлаждение сливок, получение творожного сгустка из обезжиренного молока, отделение сыворотки, охлаждение творога, смешивание творога и сливок, фасование, упаковывание, маркирование, хранение, транспортирование.

Отобранное по качеству, очищенное и охлажденное молоко из промежуточной емкости (1, рис. 1.12) центробежным насосом (2) через уравнильный бак (3) подают в секцию рекуперации пластинчатой пастеризационно-охладительной установки (4), где подогревают до температуры 40–45°C, направляют в сепаратор-сливкоотделитель (5) для разделения на обезжиренное молоко и высокожирные сливки с массовой долей жира 50–55%.

Далее из обезжиренного молока вырабатывают нежирный творог и смешивают его с пастеризованными и охлажденными высокожирными сливками.

Выходящие из сепаратора-сливкоотделителя высокожирные сливки при необходимости нормализуют цельным или обезжиренным молоком либо более жирными сливками и насосом для сливок (6) подают через уравнильный бак (7) в секцию рекуперации пластинчатой пастеризационно-охладительной установки для сливок (8). Для пастеризации сливок используют установки ОП1-У2, А1-ОЛО/2, А1-ОКЛ-2. В секции рекуперации поступающие сливки нагреваются отводящимися пастеризованными сливками, а затем в секции пастеризации – горячей водой до температуры пастеризации, после чего через автоматический клапан возврата снова направляются в аппарат для охлаждения в секциях рекуперации и охлаждения. Сливки пастеризуют при температуре  $90 \pm 2^\circ\text{C}$  с выдержкой 15–20 с и охлаждают до температуры  $38 \pm 2^\circ\text{C}$ , после чего направляют в емкость для хранения сливок (9) до смешивания с обезжиренным творогом.

Выходящее из сепаратора-сливкоотделителя обезжиренное молоко возвращается в пластинчатую пастеризационно-охладительную установку (4), где пастеризуется при температуре 78–80°C с выдержкой 20 с и охлаждается до температуры 30–34°C, после чего направляется в емкостный аппарат (10) для сквашивания. Сгусток получают кислотнo-сычужным способом, для чего в аппарат (10) подают закваску, хлорид кальция и сычужный фермент, смесь тщательно перемешивают и оставляют для сквашивания до кислотности сгустка 90–100°Т.

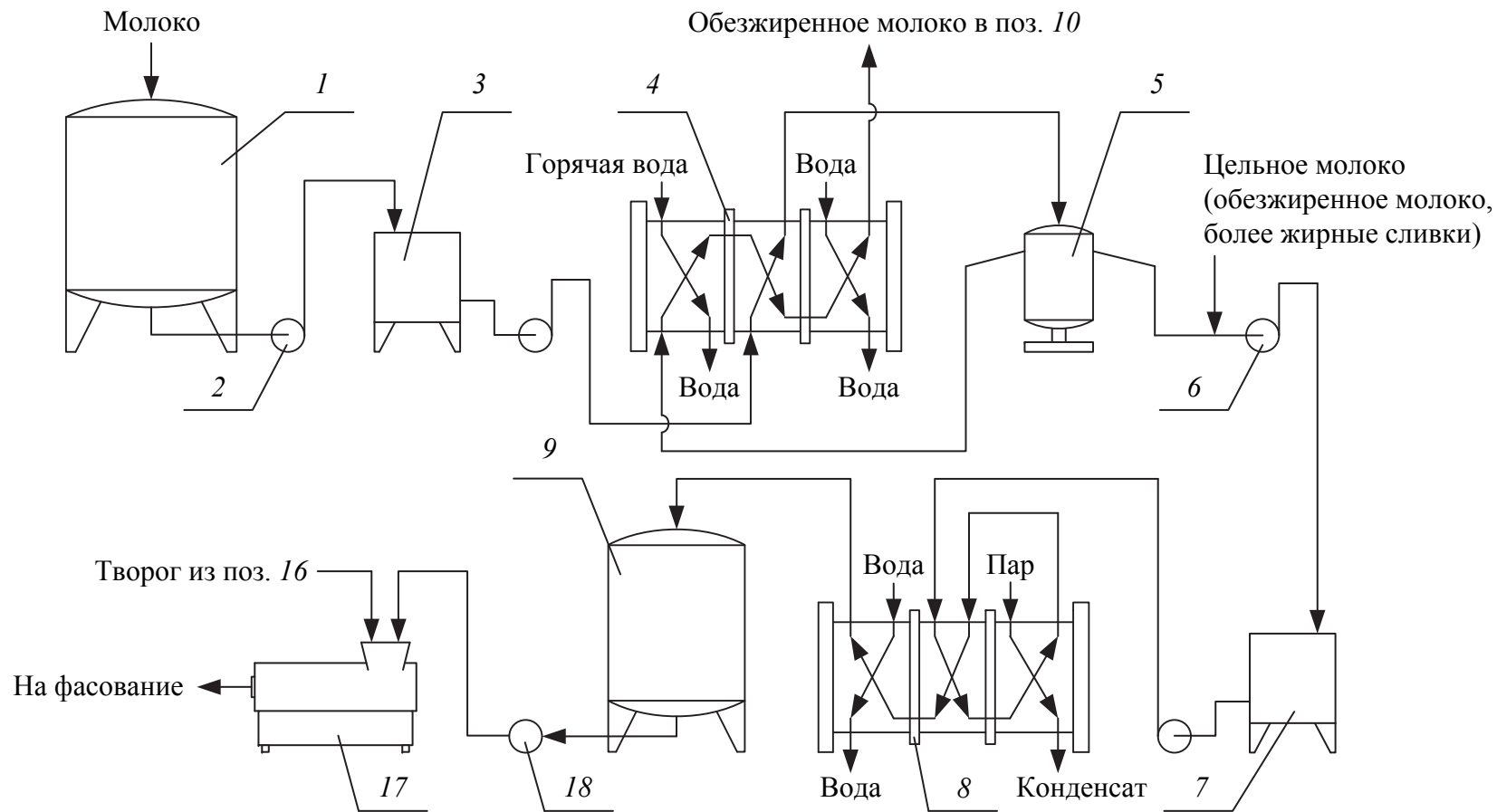


Рис. 1.12. Технологическая схема производства творога разделным способом (начало, окончание см. на с. 30):  
 1 – промежуточная емкость; 2 – центробежные насосы; 3 – уравнильный бак;  
 4 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 5 – сепаратор-сливкоотделитель; 6 – насос для сливок;  
 7 – уравнильный бак; 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка для сливок;  
 9 – емкость для хранения сливок; 17 – смеситель; 18 – дозирующий насос

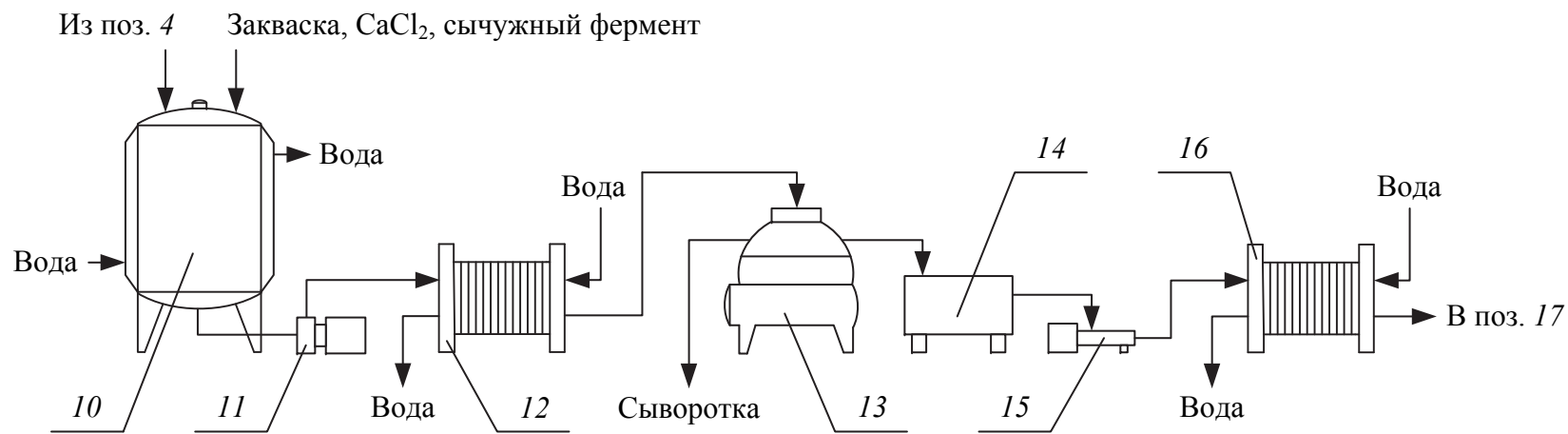


Рис. 1.12. Окончание (начало см. на с. 29):  
 10 – аппарат для сквашивания; 11 – мембранный насос; 12 – пластинчатый теплообменник;  
 13 – сепаратор-творогоотделитель; 14 – приемник для творога; 15 – насос для творога;  
 16 – пластинчатый охладитель

Полученный сгусток тщательно перемешивают и мембранным насосом (11) подают в пластинчатый теплообменник (12), где подогревают до температуры 60–62°C, а затем охлаждают до 28–32°C. Такая обработка облегчает разделение сгустка на творог и сыворотку в сепараторе-творогоотделителе (13), куда под давлением подается сгусток. Полученная творожная масса поступает в приемник (14), откуда насосом для творога (15) подается в пластинчатый охладитель (16). После охлаждения до температуры 12–16°C творог подается в смеситель (17), где смешивается со сливками, подаваемыми дозирующим насосом (18).

#### **Производство детского творога из нормализованного молока.**

Технологический процесс включает следующие операции: приемка и подготовка молока, сепарирование и нормализация молока, гомогенизация, пастеризация, охлаждение, заквашивание, сквашивание, ультрафильтрация, охлаждение, фасование, упаковывание, маркирование, хранение, транспортирование.

Отобранное по качеству, очищенное и охлажденное молоко из промежуточной емкости (1, рис. 1.13) центробежным насосом (2) подают в пластинчатый нагреватель (3), где подогревают до температуры 42–45°C и направляют в сепаратор-сливкоотделитель (4) для разделения на обезжиренное молоко и сливки.

Молоко нормализуют по массовой доле жира путем смешивания обезжиренного и цельного молока в емкости для нормализации молока (5). Нормализованное молоко подогревают до температуры  $60 \pm 2^\circ\text{C}$  в пластинчатом нагревателе (6) и направляют в гомогенизатор (7). Давление гомогенизации  $12,5 \pm 2,5$  МПа. Гомогенизированное молоко подают через уравнильный бак (8) в секцию рекуперации пастеризационно-охладительной установки (9), где оно нагревается пастеризованным молоком, проходит секцию пастеризации (температура  $92 \pm 2^\circ\text{C}$ , выдержка 180 с), затем охлаждается последовательно в секциях рекуперации и охлаждения до температуры сквашивания  $30 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Охлажденное нормализованное молоко направляют в емкость для сквашивания (10), куда вносят при постоянном перемешивании закваску в количестве 5%. Заквашенное молоко тщательно перемешивают в течение 10–15 мин и оставляют молоко в покое при температуре  $30 \pm 2^\circ\text{C}$  на 8–10 ч до образования сгустка требуемой кислотности.

В случае необходимости хранения готового сгустка перед ультрафильтрацией его охлаждают до температуры  $9 \pm 1^\circ\text{C}$  и хранят до использования не более 6 ч.

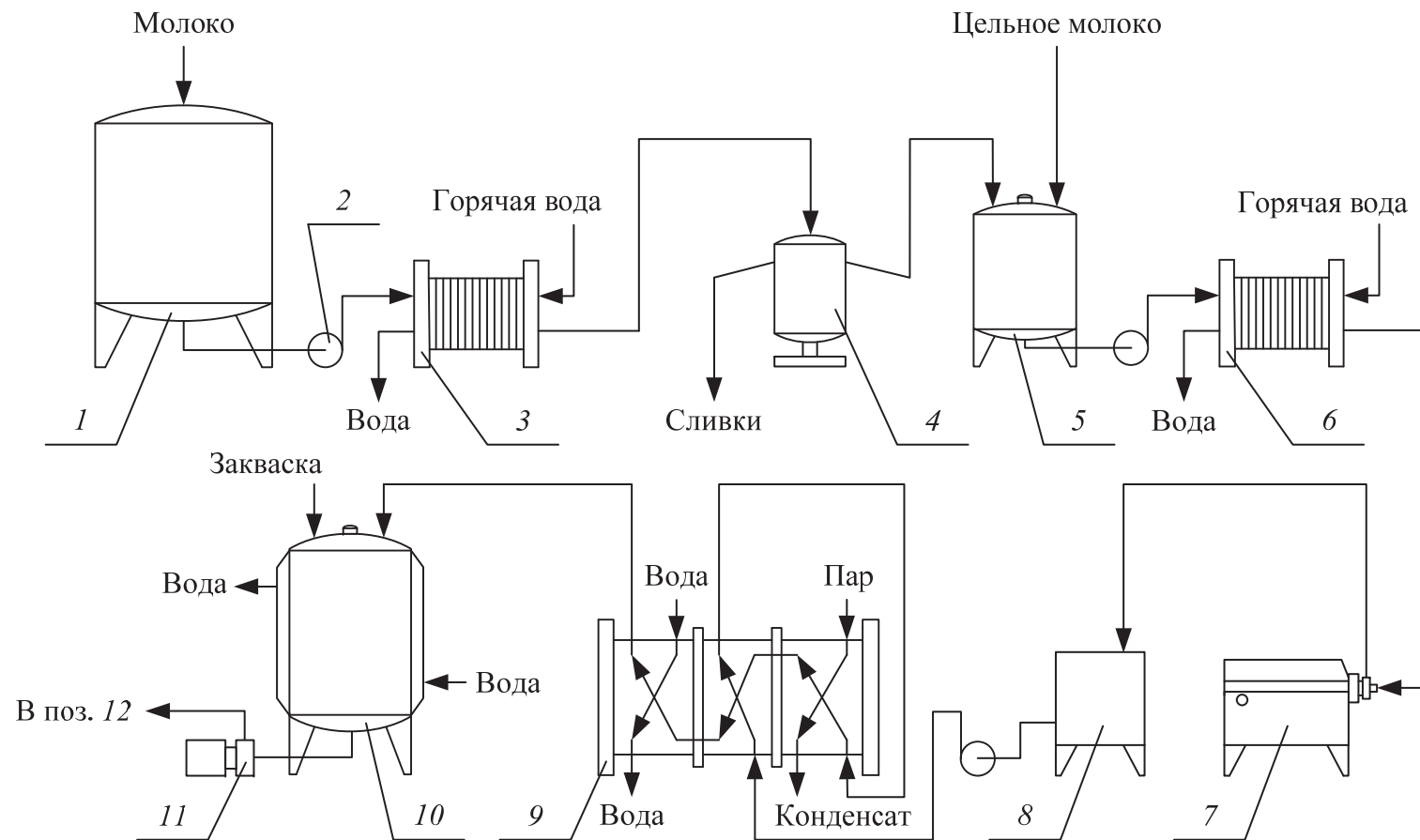


Рис. 1.13. Технологическая схема производства творога детского из нормализованного молока  
(начало, окончание см. на с. 33):

- 1 – промежуточная емкость; 2 – центробежные насосы; 3 – пластинчатый нагреватель; 4 – сепаратор-сливкоотделитель;  
5 – емкость для нормализации; 6 – пластинчатый нагреватель; 7 – гомогенизатор; 8 – уравнильный бак;  
9 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 10 – емкость для сквашивания; 11 – мембранный насос



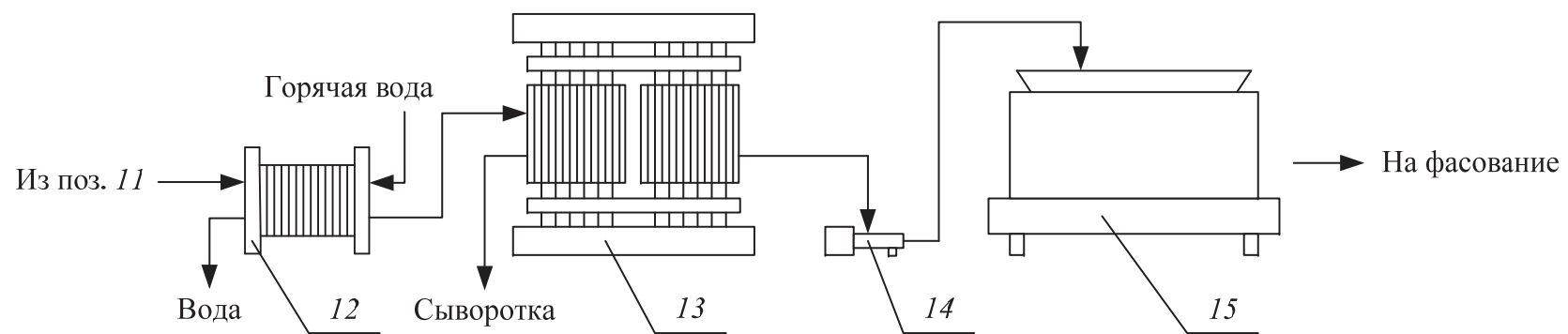


Рис. 1.13. Окончание (начало см. на с. 32):  
 12 – пластинчатый теплообменник; 13 – ультрафильтрационная установка; 14 – насос для творога;  
 15 – охладитель для творога

Перед ультрафильтрацией молочный сгусток интенсивно перемешивают в емкости с целью его диспергирования. Перемешивание осуществляется с помощью мешалки или насоса. Диспергированный сгусток передают мембранным насосом (11) в пластинчатый теплообменник (12), где подогревают до температуры  $42 \pm 3^\circ\text{C}$  и подают на ультрафильтрационную установку (13) для разделения на две фракции: концентрат (творог) и фильтрат (сыворожка). Процесс проводят согласно инструкции по эксплуатации данной установки до содержания сухих веществ не менее 23%. Содержание сухих веществ контролируется с помощью пробоотборника или автоматически с помощью электрического измерителя потока.

Теплый творог подается насосом (14) из ультрафильтрационной установки на охладитель (15), где охлаждается до температуры  $9 \pm 1^\circ\text{C}$ , поступает на фасование и упаковку, после чего транспортируется в холодильную камеру с температурой  $0-8^\circ\text{C}$ .

#### **1.1.6. Технология сыра**

Технологический процесс производства сычужного сыра включает следующие операции:

- приемка и подготовка молока: контроль качества и сортировка, резервирование, созревание, нормализация, тепловая обработка, вакуумная обработка, ультрафильтрация;

- получение и обработка сычужного сгустка: внесение хлорида кальция, нитрата натрия или калий, бактериальных заквасок и концентратов; свертывание молока; обработка сгустка и сырного зерна;

- формование;

- самопрессование и прессование сыра;

- посолка сыра;

- созревание сыра.

Отобранное по качеству молоко насосом (1, рис. 1.14) подают через фильтр (2), воздухоотделитель (3) и счетчик (4) в пластинчатый охладитель (5), где охлаждают до температуры  $2-6^\circ\text{C}$  и резервируют в емкости (6) для обеспечения однородности состава и свойств молока.

Свежевыдоенное молоко не件годно для выработки сыра, его направляют на созревание. Для этого молоко подогревают в подогревателе (7) до температуры  $40-45^\circ\text{C}$ , подают в сепаратор-молокоочиститель (8), очищенное молоко охлаждают в охладителе (9) до температуры  $10 \pm 2^\circ\text{C}$  и направляют в емкость для хранения молока (10) с целью созревания в течение  $12 \pm 2$  ч с добавлением или без добавления закваски молочнокислых бактерий.

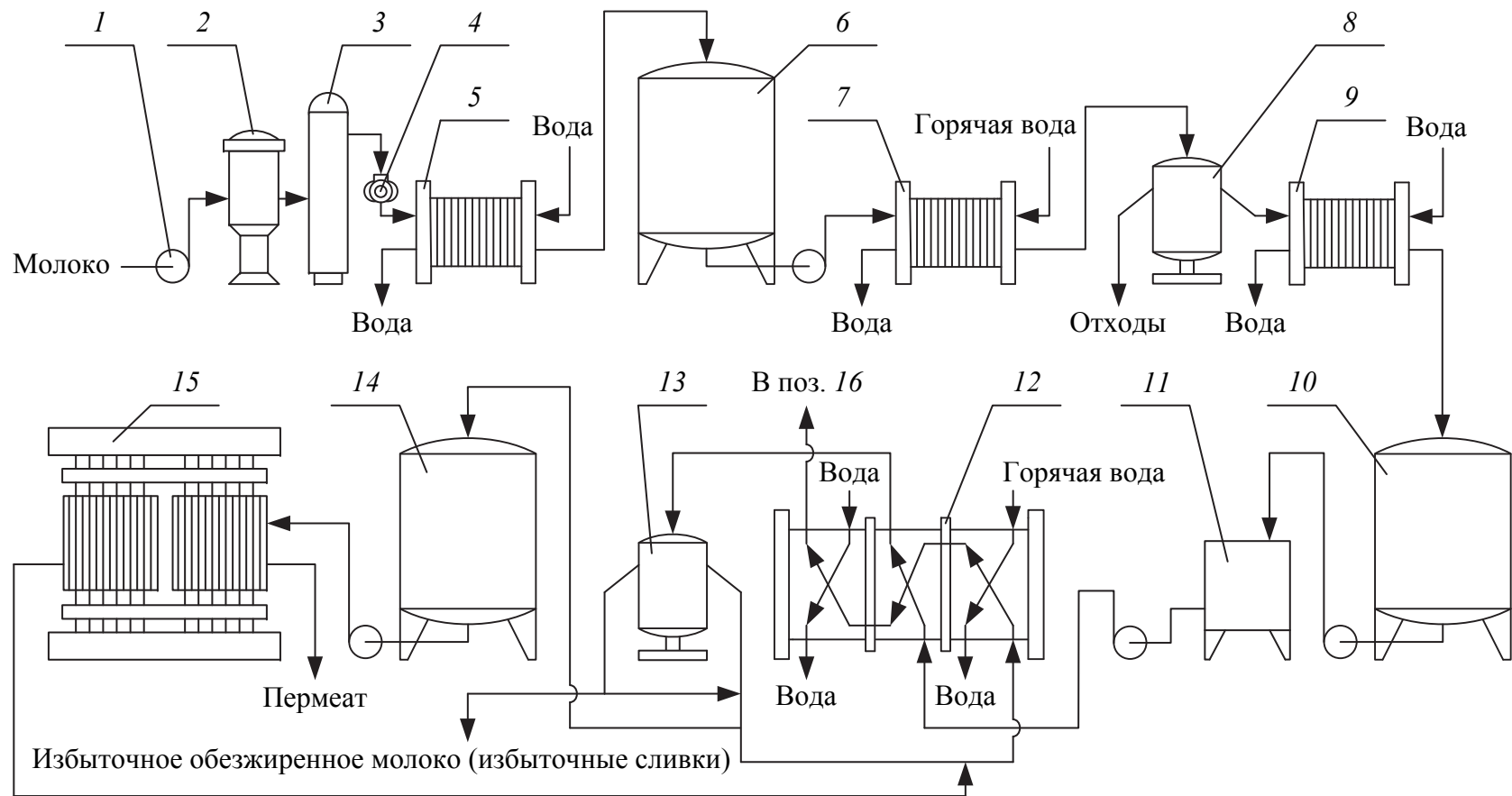


Рис. 1.14. Технологическая схема производства сычужного сыра (начало, окончание см. на с. 36):

1 – центробежные насосы; 2 – фильтр; 3 – воздухоотделитель; 4 – счетчик молока; 5, 9 – пластинчатый охладитель; 6 – емкость для резервирования молока; 7 – пластинчатый подогреватель; 8 – сепаратор-молокоочиститель; 9 – охладитель; 10 – емкость для хранения молока; 11 – уравнивательный бак; 12 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 13 – сепаратор-нормализатор; 14 – промежуточная емкость; 15 – ультрафильтрационная установка

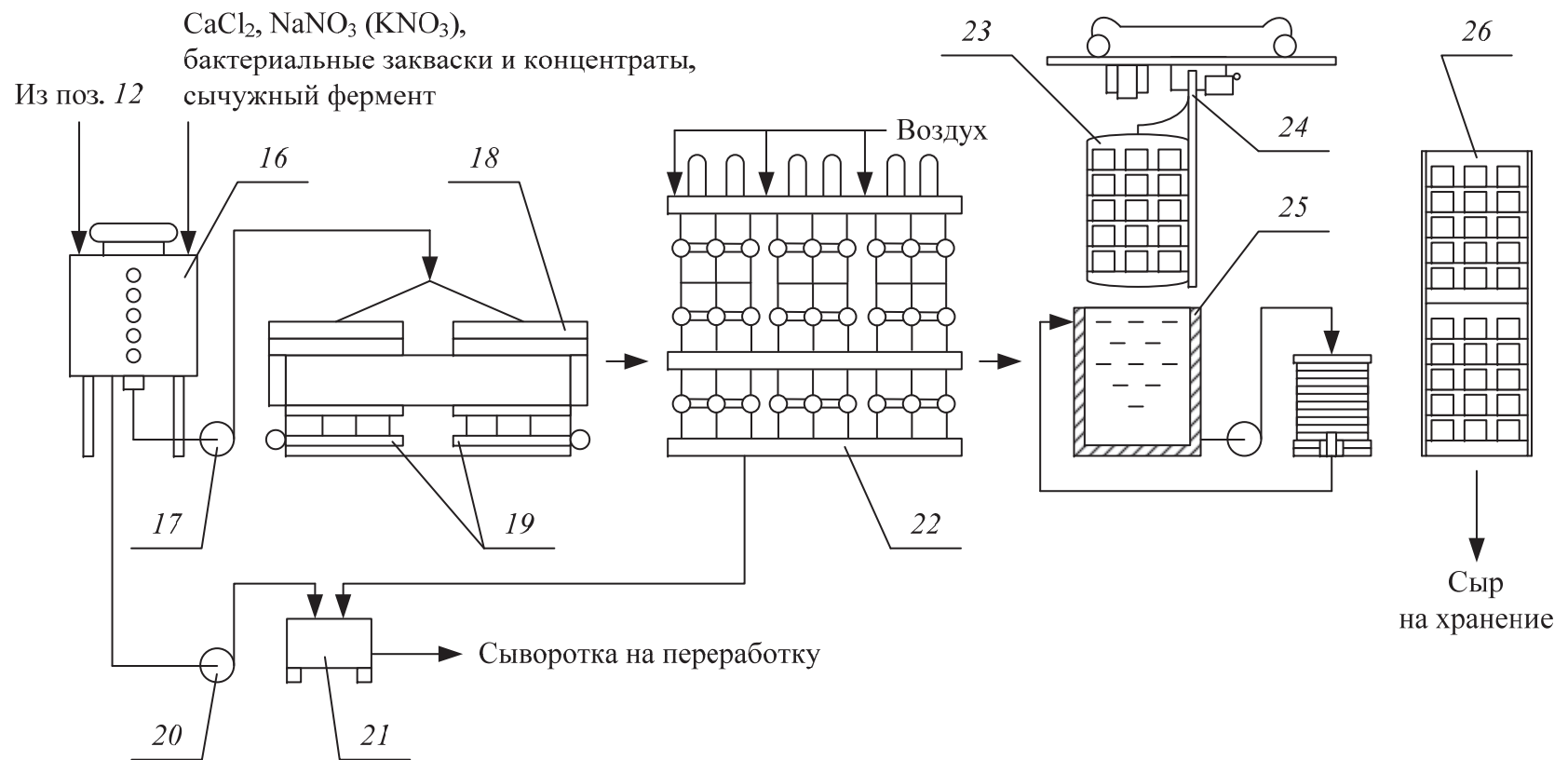


Рис. 1.14. Окончание (начало см. на с. 35):

16 – аппарат для выработки сырного зерна; 17 – насос для сырного зерна; 18 – передвижной стол;  
 19 – формовочные аппараты; 20 – насос для сыворотки; 21 – сборник для сыворотки; 22 – пресс; 23 – контейнеры для посолки;  
 24 – подъемник; 25 – соляной бассейн; 26 – передвижные стеллажи

После созревания через уравнивательный бак (11) молоко подают в секцию рекуперации пастеризационно-охладительной установки (12), подогревают до температуры 35–45°C, затем направляют в сепаратор-нормализатор (13). Нормализованное молоко поступает в секцию пастеризации, а затем в секциях рекуперации и охлаждения последовательно охлаждается до температуры свертывания, которая определяется видом вырабатываемого сыра и составляет от 28 до 35°C.

Если в подготовке молока применяют ультрафильтрацию для концентрирования сухих веществ с целью достижения оптимальной массовой доли белка в концентрате, то очищенное и нормализованное молоко подают через промежуточную емкость (14) на ультрафильтрационную установку (15). Молочный концентрат поступает в секцию пастеризации, а затем в секции рекуперации и охлаждения пастеризационно-охладительной установки, где охлаждается до температуры свертывания. В случае применения ультрафильтрации созревание молока не проводят.

В результате тепловой обработки ухудшается свертываемость молока под действием сычужного фермента, поэтому в сыроделии применяют мягкие режимы пастеризации (температура 70–72°C с выдержкой 20–25 с). Пастеризацию сочетают с вакуумной обработкой молока в дезодораторах с целью удаления мелкодисперсной газовой фазы и летучих соединений.

Подготовленное к свертыванию молоко направляют в аппарат для выработки сырного зерна (16). В молоко вносят хлорид кальция (в виде 40%-ного водного раствора из расчета 10–40 г безводного соли на 100 кг молока), нитрат натрия или калия ( $20 \pm 10$  г на 100 кг молока), бактериальные закваски и концентраты. Молокосвертывающий фермент вносят в таком количестве, чтобы установить продолжительность свертывания молока от 25 до 80 мин в зависимости от вида сыра. Молоко перемешивают в течение 5–7 мин и оставляют в покое до образования сгустка.

Готовый сгусток разрезают, осторожно перемешивают и проводят постановку зерна. Размер зерна и длительность постановки определяются видом сыра. Зерно вымешивают в течение 20–70 мин, во время постановки зерна удаляют 30–40% сыворотки.

Для ускорения обезвоживания сырного зерна проводят второе нагревание, подавая теплоноситель в межстенное пространство аппарата для выработки сырного зерна таким образом, чтобы скорость нагревания составляла 0,5–2,0°C в минуту. Температуру второго нагревания устанавливают в зависимости от состава микробиоты

закваски: если закваска включает мезофильные молочнокислые бактерии, то температура второго нагревания составляет 38–42°C; для закваски на основе термофильных молочнокислых бактерий устанавливают температуру 48–58°C.

После второго нагревания сырную массу вымешивают с целью дальнейшего удаления сыворотки (обсушки). Продолжительность обсушки зависит от вида сыра и составляет от 15 до 60 мин.

После обсушки насосом (17) сырное зерно направляется на передвижной стол (18) и загружается в формовочные аппараты (19). Насосом (20) сыворотка подается в сборник (21) и далее отводится на переработку. Длительность процесса формования – 10–20 мин.

В формовочном аппарате сырное зерно подпрессовывается в течение 15–25 мин при давлении 1,0–2,0 кПа, затем разрезается на бруски, соответствующие размерам форм. Самопрессование в формах проводят в течение 20–50 мин. В конце самопрессования сыр переворачивают, маркируют, накрывают крышками и снова оставляют для формования в течение 15–20 мин.

С помощью тельфера сыр загружают в пресс (22) и прессуют при постепенном увеличении давления до максимального значения, которое в зависимости от вида сыра составляет от 24 до 84 кПа. Продолжительность прессования различна для разных видов сыра (от 1,5–2 ч до 16–18 ч).

Отпрессованный сыр должен иметь хорошо замкнутую поверхность, значение рН и массовую долю влаги оптимальные для данного вида сыра. Отделенная сыворотка поступает в сборник (21).

Затем отпрессованные бруски сыра загружаются в контейнеры для посолки (23). Контейнеры подъемником (24) направляются в соляный бассейн (25) для посолки в рассоле с концентрацией хлорида натрия 20% при температуре 8–12°C в течение 2,5–3,5 сут. Рассол циркулирует через охладитель рассола.

Вынутые из рассола бруски обсушивают в течение 2–3 сут при температуре 8–12°C и относительной влажности воздуха 90–95%. После этого на сыр под вакуумом наносят покрытие, после чего сыр по подвесному пути направляют на созревание на передвижные стеллажи (26). Температура, относительная влажность воздуха и продолжительность созревания определяются видом вырабатываемого сыра. Применение покрытий для созревания сыра снижает затраты труда по уходу за сыром, уменьшает его усушку, улучшает качество.

После созревания готовый сыр поступает на хранение, а затем транспортируется потребителям. Хранят зрелые сыры при температу-

ре  $(-5)$ – $(+5)^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха 85–90% в специальных камерах.

### 1.1.7. Технология масла

**Производство масла сбиванием сливок.** Технологический процесс включает следующие операции: приемка и подготовка молока, сепарирование молока, нормализация, пастеризация, охлаждение, физическое созревание сливок, сбивание, промывка масляного зерна, посолка, механическая обработка масла, фасование, упаковывание, маркирование, охлаждение, хранение, транспортирование.

Отобранное по качеству, очищенное и охлажденное молоко из промежуточной емкости (1, рис. 1.15) центробежным насосом (2) подают в пластинчатый нагреватель (3), подогревают до температуры  $40$ – $45^{\circ}\text{C}$  и направляют в сепаратор-сливкоотделитель (4). Полученные сливки в емкости для нормализации сливок (5) нормализуют по массовой доле жира, добавляя в них цельное молоко, обезжиренное молоко или более жирные сливки.

Нормализованные сливки через уравнильный бак (6) подают в секцию рекуперации пластинчатой пастеризационно-охладительной установки (7), где подогревают до температуры  $80^{\circ}\text{C}$  и направляют в вакуум-дезодоратор (8). В результате кипения сливок при разрежении  $0,04$ – $0,06$  МПа и температуре  $65$ – $70^{\circ}\text{C}$  удаляются посторонние запахи и привкусы, обусловленные наличием легколетучих компонентов. Деодорированные сливки возвращают в пастеризационно-охладительную установку для пастеризации и охлаждения. Температура пастеризации определяется качеством исходных сливок и видом вырабатываемого масла и варьирует от  $85$  до  $110^{\circ}\text{C}$ .

Пастеризованные сливки охлаждают до температуры  $4$ – $12^{\circ}\text{C}$  и направляют в емкость для созревания (9), где сливки выдерживают 5–8 ч. Температурой и длительностью физического созревания сливок определяется степень отвердевания молочного жира, т. е. отношение количества отвердевшего жира к первоначальному его содержанию в сливках. Для получения масла хорошей консистенции необходимо, чтобы степень отвердевания жира составляла 30–35%.

Сливки после пастеризации, охлаждения и физического созревания с помощью высокопроизводительного насоса (10) (плунжерного типа, винтового, ротационного) подают для сбивания в маслоизготовитель. Применяют маслоизготовители периодического (11) или непрерывного (12) действия.

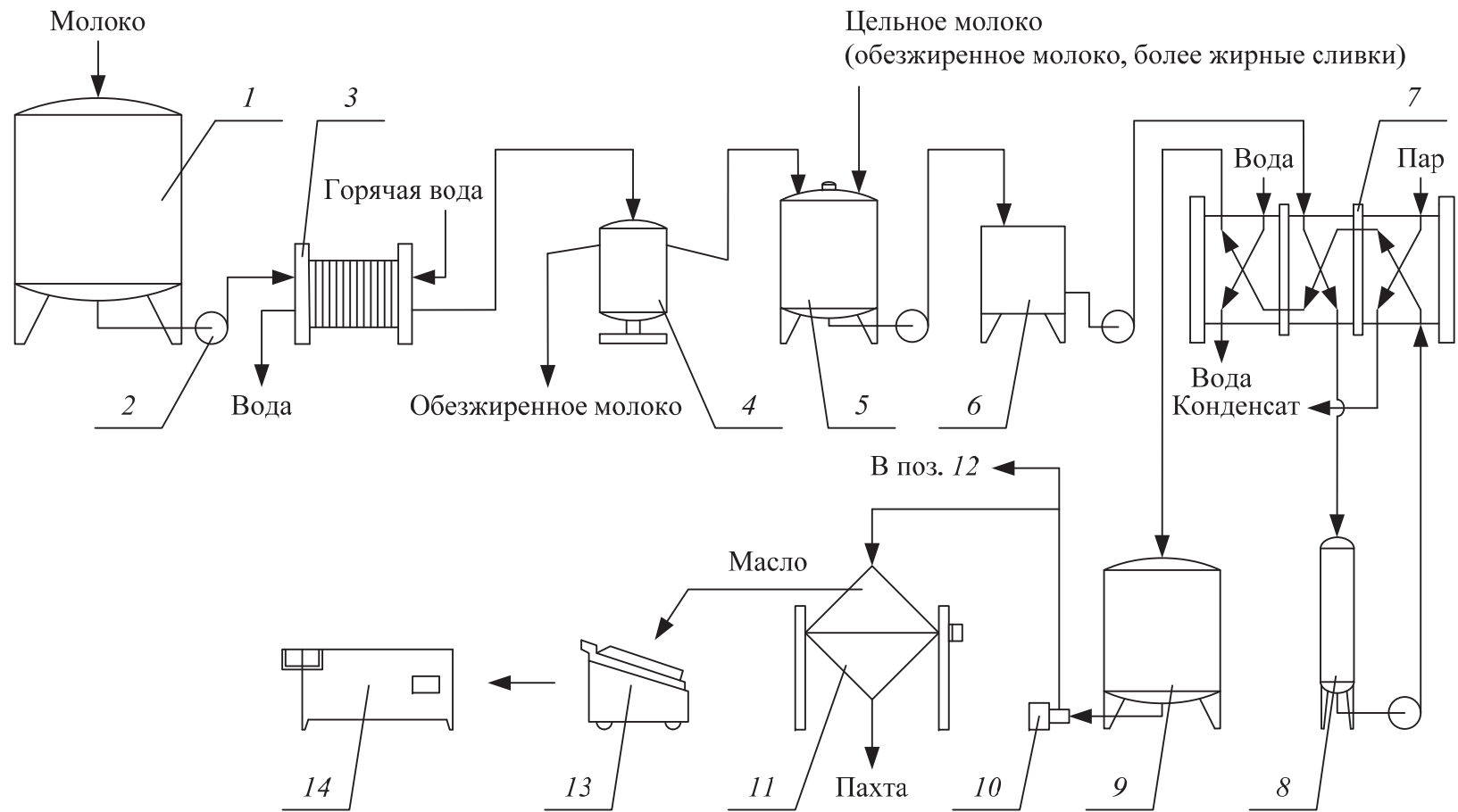


Рис. 1.15. Технологическая схема производства масла сбиванием сливок (начало, окончание см. на с. 41):

- 1 – емкость для хранения молока; 2 – центробежные насосы; 3 – пластинчатый нагреватель; 4 – сепаратор-сливкоотделитель; 5 – емкость для нормализации сливок; 6 – уравнильный бак; 7 – пластинчатая пастеризационно-охлаждающая установка; 8 – вакуум-дезодоратор; 9 – емкость для созревания сливок; 10 – насос для сливок; 11 – маслоизготовитель периодического действия; 13 – гомогенизатор-пластификатор; 14 – машина для фасования



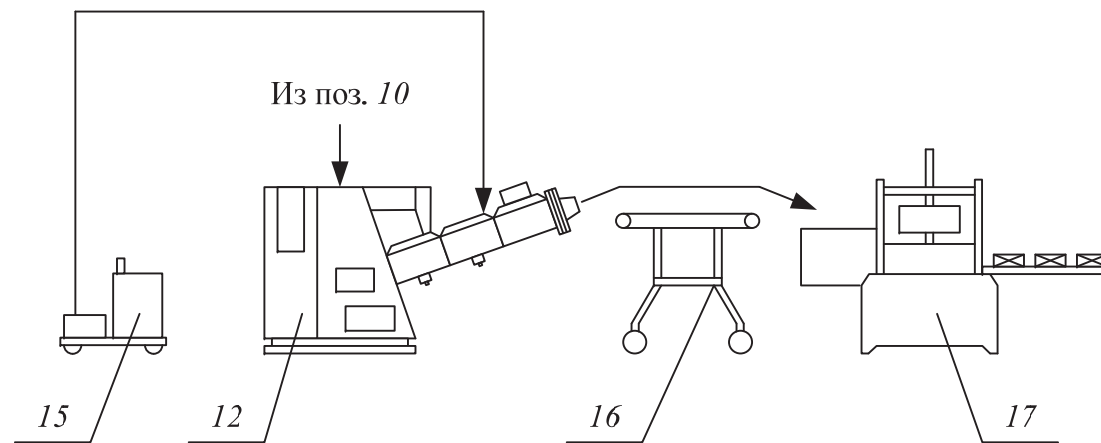


Рис. 1.15. Окончание (начало см. на с. 40):  
 12 – маслоизготовитель непрерывного действия; 15 – дозирующее устройство; 16 – конвейер для масла;  
 17 – автомат для фасования

В первом случае в маслоизготовителе периодического действия (11) последовательно осуществляют процессы сбивания сливок (в течение 50–60 мин), удаления пахты, промывки масляного зерна, посолки сухой солью или рассолом, механической обработки масла (в течение 15–50 мин) для удаления избыточной и равномерного распределения оставшейся влаги. Готовое масло обрабатывают в гомогенизаторе-пластификаторе (13) с целью улучшения консистенции и направляют в машину для фасования (14).

В маслоизготовителе непрерывного действия (12) поступающие сливки подвергаются интенсивному механическому воздействию мешалки-била в сбивателе, что приводит к разрушению жировой эмульсии и образованию масляного зерна, после чего оно поступает в обрабатывающее устройство (маслообработчик). Обработчик масляного зерна состоит из нескольких шнековых камер: в первой происходит обработка масла и отделение пахты, во второй – промывка масляного зерна и отделение промывной воды. Далее масло поступает в блок посолки, куда с помощью специального дозирующего устройства (15) подается рассол с массовой долей хлорида натрия 25%. Содержание влаги в масле регулируется рядом параметров: температурой, уровнем пахты в первой шнековой камере, частотой вращения мешалки и шнеков, производительностью маслоизготовителя. Повышение температуры сбивания сливок и температуры масляного зерна во время его пребывания в первой шнековой камере приводит к увеличению влажности масла. При снижении уровня пахты в первой шнековой камере содержание влаги в масле уменьшается. При увеличении производительности маслоизготовителя и повышении степени заполнения первой шнековой камеры маслом повышается прессующее давление шнеков, ускоряется удаление пахты, влажность масла уменьшается.

Масло, выработанное в маслоизготовителе непрерывного действия, содержит больше газовой фазы по сравнению с маслом, выработанным периодическим способом, поэтому проводят его обработку в вакуум-камере при разрежении 0,02–0,08 МПа. Из вакуум-камеры масло поступает в блок механической обработки, при этом оно продавливается через отверстия различного диаметра, перемешивается трехлопастными крыльчатками. Затем масло уплотняется в конической насадке и выходит из маслоизготовителя, с помощью конвейера для масла (16) подается в автомат для фасования (17).

**Производство масла преобразованием высокожирных сливок.** Технологический процесс включает следующие операции: приемка и подготовка молока, сепарирование молока с получением сливок средней

жирности, пастеризация, сепарирование сливок с получением высокожирных сливок, посолка, нормализация высокожирных сливок по влаге, термомеханическая обработка высокожирных сливок, фасование, упаковывание, маркирование, охлаждение, хранение, транспортирование.

Отобранное по качеству, очищенное и охлажденное молоко из промежуточной емкости (1, рис. 1.16) центробежным насосом (2) подают в пластинчатый нагреватель (3), подогревают до температуры 40–45°C и направляют в сепаратор-сливкоотделитель (4). Полученные сливки средней жирности (32–37 %) из емкости для сливок (5) подают в трубчатую пастеризационную установку (6), где пастеризуют при температуре 90–92°C. Пастеризованные сливки проходят дезодоратор (7) и через напорный бак (8) поступают в сепаратор для высокожирных сливок (9). Температуру сепарирования поддерживают на уровне 65–70°C, при этом жир находится в жидком состоянии, сильно гидратированные оболочки жировых шариков не разрушаются. Полученные высокожирные сливки поступают в емкость для нормализации (10), где их нормализуют по содержанию влаги, жира и сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО). Массовая доля этих компонентов в нормализованных сливках должна соответствовать массовой доле этих компонентов в готовом масле. Для обеспечения непрерывного процесса маслообразования обычно устанавливают три емкости для нормализации.

Нормализованные сливки насосом-дозатором (11) подают в цилиндрический маслообразователь (12), где их охлаждают до температуры ниже точки отвердевания основной массы триглицеридов и подвергают интенсивному механическому воздействию, что приводит к разрушению структуры сливок и преобразованию их в масло.

Цилиндрический маслообразователь состоит из трех цилиндров с рубашками, в которые подается хладоноситель (рассол или ледяная вода). Термомеханическую обработку осуществляют в двух температурных режимах. В нижнем цилиндре сливки интенсивно охлаждаются от температуры 60–70°C до температуры 22–23°C и перемешиваются для ускорения образования центров кристаллизации. В среднем цилиндре при дополнительном охлаждении до температуры 10–16°C и достижении температуры кристаллизации молочного жира происходит обращение фаз: эмульсия типа «жир в воде» (высокожирные сливки) превращается в эмульсию типа «вода в жире» (масло). В верхнем цилиндре происходит обработка кристаллизующегося продукта, в результате чего формируется требуемая структура и консистенция масла. Продолжительностью и температурой обработки регулируют консистенцию масла. Готовое масло подают в автомат для фасования (13).

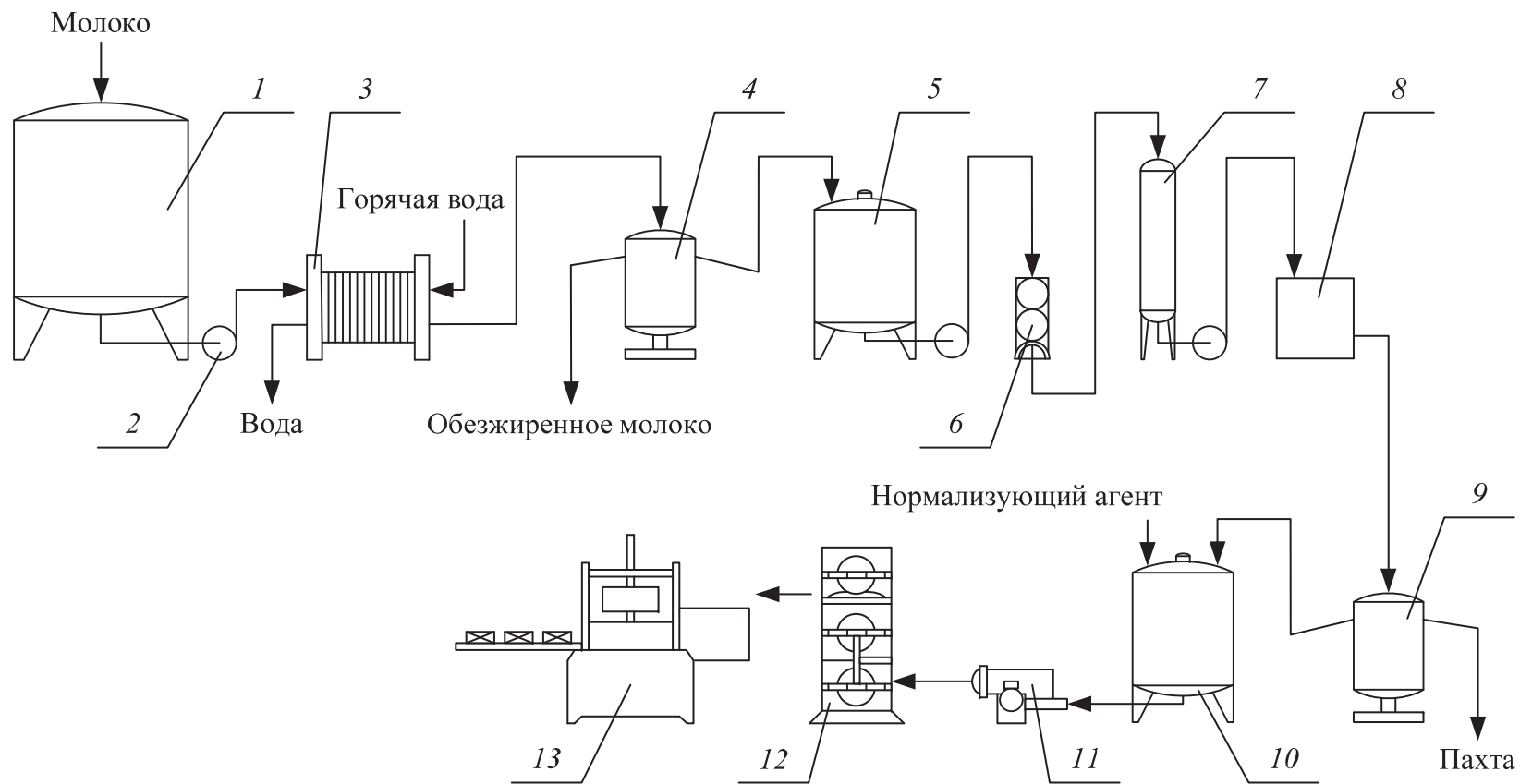


Рис. 1.16. Технологическая схема производства масла преобразованием сливок:

- 1 – емкость для хранения молока; 2 – центробежные насосы; 3 – пластинчатый нагреватель; 4 – сепаратор-сливкоотделитель;  
 5 – емкость для сливок; 6 – трубчатая пастеризационная установка; 7 – дезодоратор; 8 – напорный бак;  
 9 – сепаратор для высокожирных сливок; 10 – емкость для нормализации сливок; 11 – насос-дозатор;  
 12 – цилиндрический маслообразователь; 13 – автомат для фасования

## 1.2. Материальные расчеты

### 1.2.1. Определение массы сырья, побочного и готового продуктов

В основе материального баланса лежат два уравнения.

Первое уравнение – это баланс сырья и вырабатываемых из него продуктов:

$$m_c = m_r + m_n, \quad (1.1)$$

где  $m_c$ ,  $m_r$ ,  $m_n$  – масса сырья, готового и побочного продуктов соответственно, кг.

Второе уравнение материального баланса составляют по массе сухих веществ молока или отдельных составных частей.

$$m_c \cdot \chi_c = m_r \cdot \chi_r + m_n \cdot \chi_n, \quad (1.2)$$

где  $m_c$ ,  $m_r$ ,  $m_n$  – масса сырья, готового и побочного продуктов соответственно, кг;  $\chi_c$ ,  $\chi_r$ ,  $\chi_n$  – массовая доля составных частей молока в сырье, готовом и побочном продуктах соответственно, %.

Баланс можно составить по любой части молока – жиру, сухому остатку молока, сухому обезжиренному молочному остатку.

Решив совместно первое и второе уравнения материального баланса, можно определить массу сырья, готового и побочного продуктов:

$$m_c = \frac{m_r \cdot (\chi_r - \chi_n)}{\chi_c - \chi_n}; \quad (1.3)$$

$$m_r = \frac{m_c \cdot (\chi_c - \chi_n)}{\chi_r - \chi_n}; \quad (1.4)$$

$$m_n = \frac{m_c \cdot (\chi_r - \chi_c)}{\chi_r - \chi_n}. \quad (1.5)$$

Материальные расчеты обычно проводят с учетом производственных (технологических) потерь. Они включают остатки сырья, готового и побочного продуктов на молокопроводах, в емкостях, аппаратах и другом оборудовании, а также пробы, необходимые для анализа. Производственные потери регламентируются нормами (приложение 1). При этом не учитываются непроизводственные потери (брак, утечки из трубопроводов, потери при неисправности оборудования).

Потери в производстве рассчитывают по балансу жира или сухих веществ. Они представляют собой разность между массой жира или сухих веществ в сырье и массой их в готовом и побочном продуктах:

$$П_{ж} = \frac{m_c \cdot Ж_c}{100} - \frac{m_r \cdot Ж_r}{100} - \frac{m_n \cdot Ж_n}{100}; \quad (1.6)$$

$$П_{св} = \frac{m_c \cdot СВ_c}{100} - \frac{m_r \cdot СВ_r}{100} - \frac{m_n \cdot СВ_n}{100}, \quad (1.7)$$

где  $П_{ж}$ ,  $П_{св}$  – потери жира и сухих веществ соответственно, кг;  $m_c$ ,  $m_r$ ,  $m_n$  – масса сырья, готового и побочного продуктов соответственно, кг;  $Ж_c$ ,  $Ж_r$ ,  $Ж_n$  – массовая доля жира в сырье, готовом и побочном продуктах соответственно, %;  $СВ_c$ ,  $СВ_r$ ,  $СВ_n$  – массовая доля сухих веществ в сырье, готовом и побочном продуктах соответственно, %.

Потери выражают также и в процентах от количества переработанного жира, сухих веществ или сырья:

$$n_{ж} = \frac{П_{ж} \cdot 100}{m_c \cdot Ж_c} \cdot 100; \quad (1.8)$$

$$n_{св} = \frac{П_{св} \cdot 100}{m_c \cdot СВ_c} \cdot 100; \quad (1.9)$$

$$n = \frac{П}{m_c} \cdot 100, \quad (1.10)$$

где  $n_{ж}$ ,  $n_{св}$ ,  $n$  – потери жира, сухих веществ и сырья соответственно, % от массы жира, сухих веществ в сырье и сырья;  $П_{ж}$ ,  $П_{св}$ ,  $П$  – потери жира, сухих веществ и сырья соответственно, кг;  $m_c$  – масса сырья, кг;  $Ж_c$  – массовая доля жира в сырье, %;  $СВ_c$  – массовая доля сухих веществ в сырье, %.

С учетом производственных потерь формулы (1.3)–(1.5) примут следующий вид:

$$m_c = \frac{m_r \cdot (ч_r - ч_n)}{ч_c - ч_n} \cdot \frac{100}{100 - n}; \quad (1.11)$$

$$m_r = \frac{m_c \cdot (ч_c - ч_n)}{ч_r - ч_n} \cdot \frac{100 - n}{100}; \quad (1.12)$$

$$m_n = \frac{m_c \cdot (ч_r - ч_c)}{ч_r - ч_n} \cdot \frac{100 - n}{100}. \quad (1.13)$$

### **Степень использования составных частей молока.**

Вещества молока в процессе переработки полностью или частично переходят в готовый продукт. Некоторое их количество остается в побочном продукте. Этот процесс характеризуется показателем степени перехода составных частей молока.

**Степень перехода** определяет долю или процент составных частей молока, перешедших в готовый продукт, от их количества в переработанном сырье:

$$a_{\text{ч}} = \frac{m_{\text{г}} \cdot \text{ч}_{\text{г}}}{m_{\text{с}} \cdot \text{ч}_{\text{с}}} \cdot 100, \quad (1.14)$$

где  $a_{\text{ч}}$  – степень перехода составных частей молока, %.

Если в формулу (1.14) подставить значение  $m_{\text{г}}$  из формулы (1.4), то получим формулу для определения степени перехода составных частей молока по содержанию их в сырье, готовом и побочном продуктах:

$$a_{\text{ч}} = \frac{\text{ч}_{\text{г}} \cdot (\text{ч}_{\text{с}} - \text{ч}_{\text{п}})}{\text{ч}_{\text{с}} \cdot (\text{ч}_{\text{г}} - \text{ч}_{\text{п}})} \cdot 100. \quad (1.15)$$

**Степень использования** составных частей молока меньше степени перехода их в готовый продукт. Ее определяют по фактическим данным либо с учетом производственных потерь:

$$I_{\text{ч}} = a_{\text{ч}} \cdot \frac{100 - n}{100} = \frac{\text{ч}_{\text{г}} \cdot (\text{ч}_{\text{с}} - \text{ч}_{\text{п}}) \cdot 100}{\text{ч}_{\text{с}} \cdot (\text{ч}_{\text{г}} - \text{ч}_{\text{п}})} \cdot \frac{100 - n}{100}, \quad (1.16)$$

где  $I_{\text{ч}}$  – степень использования составных частей молока, %.

### **Расход сырья и выход готового продукта.**

В основе материальных расчетов лежат плановые нормы расхода сырья на выработку единицы готовой продукции.

**Норма расхода сырья** представляет собой массу сырья в килограммах, затраченного на выработку 1 т готового продукта.

Массу сырья, затраченного на получение 1 т готового продукта, рассчитывают по формуле

$$P_{\text{с}} = \frac{1000 \cdot (\text{ч}_{\text{г}} - \text{ч}_{\text{п}})}{\text{ч}_{\text{с}} - \text{ч}_{\text{п}}} \cdot \frac{100}{100 - n}, \quad (1.17)$$

где  $P_{\text{с}}$  – норма расхода сырья на 1 т готового продукта, кг;  $n$  – предельно допустимые потери, %.

По фактическим данным можно установить фактический расход сырья:

$$P_{\phi} = \frac{1000 \cdot m_c}{m_T}, \quad (1.18)$$

где  $P_{\phi}$  – фактический расход сырья на 1 т готового продукта, кг;  $m_c$  – масса фактически затраченного сырья, кг;  $m_T$  – масса фактически полученного продукта, кг.

В зависимости от используемого молока (цельного, нормализованного, обезжиренного) в молочной промышленности при расчете норм расхода сырья для отдельных продуктов приняты формулы (1.19)–(1.25).

Норма расхода нормализованного молока на 1 т *пастеризованного и стерилизованного молока, кисломолочных напитков*:

$$P_{\text{нм}} = \frac{1000}{1 - 0,01 \cdot n}, \quad (1.19)$$

где  $P_{\text{нм}}$  – норма расхода нормализованного молока на 1 т пастеризованного молока, кг;  $n$  – предельно допустимые потери сырья, %.

Норма расхода цельного молока на 1 т *сливок*:

$$P_{\text{цм}} = \frac{1000 \cdot (J_{\text{сл}} - J_{\text{ом}})}{J_{\text{цм}} \cdot (1 - 0,01 \cdot n_{\text{ж}}) - J_{\text{ом}}}, \quad (1.20)$$

где  $P_{\text{цм}}$  – норма расхода цельного молока на 1 т сливок, кг;  $J_{\text{сл}}$ ,  $J_{\text{ом}}$ ,  $J_{\text{цм}}$  – нормативная массовая доля жира в сливках, обезжиренном молоке и цельном молоке соответственно, %;  $n_{\text{ж}}$  – предельно допустимые потери жира при выработке сливок, % от массы жира в переработанном молоке.

Норма расхода нормализованного молока на 1 т *жирного творога*:

$$P_{\text{нм}} = \frac{1000 \cdot J_{\text{тв}}}{J_{\text{нм}} \cdot I_{\text{ж}}} \cdot 100, \quad (1.21)$$

где  $P_{\text{нм}}$  – норма расхода нормализованного молока на 1 т жирного творога, кг;  $J_{\text{тв}}$ ,  $J_{\text{нм}}$  – массовая доля жира в твороге и нормализованном молоке соответственно, %;  $I_{\text{ж}}$  – степень использования жира, %.

Норма расхода обезжиренного молока на 1 т *нежирного творога*:

$$P_{\text{ом}} = \frac{237,4 \cdot 100}{B_{\text{ом}}} \cdot K, \quad (1.22)$$

где  $P_{\text{ом}}$  – норма расхода обезжиренного молока на 1 т нежирного творога, кг; 237,4 – количество белка, необходимое для выработки 1 т



нежирного творога с массовой долей влаги 77,5%, кг;  $B_{\text{ом}}$  – фактическая массовая доля белка в обезжиренном молоке, %;  $K$  – коэффициент, учитывающий потери обезжиренного молока при приемке, пастеризации, хранении и розливе (при объеме переработки молока до 10 000 и 10 000–25 000 т/год  $K = 1,0028$ ; 25 000–50 000 т/год –  $K = 1,0021$ ; более 50 000 т/год –  $K = 1,0017$ ).

Норма расхода цельного молока на 1 т *сливочного масла*:

$$P_{\text{цм}} = \frac{1000 \cdot (J_{\text{сл}} - J_{\text{ом}}) \cdot (J_{\text{мс}} - J_{\text{пх}})}{[J_{\text{цм}} \cdot (1 - 0,01 \cdot n_{\text{ж1}}) - J_{\text{ом}}] \cdot [J_{\text{сл}} \cdot (1 - 0,01 \cdot n_{\text{ж2}}) - J_{\text{пх}}]}, \quad (1.23)$$

где  $P_{\text{цм}}$  – норма расхода цельного молока на 1 т сливочного масла, кг;  $J_{\text{сл}}$ ,  $J_{\text{ом}}$ ,  $J_{\text{мс}}$ ,  $J_{\text{пх}}$ ,  $J_{\text{цм}}$  – нормативная массовая доля жира в сливках, обезжиренном молоке, масле, пахте и цельном молоке соответственно, %;  $n_{\text{ж1}}$  – предельно допустимые потери жира при выработке сливок, % от массы жира в переработанном на масло молоке;  $n_{\text{ж2}}$  – предельно допустимые потери жира при переработке сливок в масло, % от массы жира в сливках.

Норма расхода нормализованного молока на 1 т *зрелого сыра*:

$$P_{\text{нм}} = \frac{1000 \cdot J_{\text{св}} \cdot 0,01 \cdot (100 - B_{\text{с}}) \cdot k \cdot (1 + 0,01 \cdot O_{\text{т}})}{J_{\text{нм}} \cdot [1 - 0,01 \cdot (n_{\text{ж}} + O_{\text{ж}})]}, \quad (1.24)$$

где  $P_{\text{нм}}$  – норма расхода нормализованного молока на 1 т зрелого сыра, кг;  $J_{\text{св}}$  – нормативная массовая доля жира в сухом веществе зрелого сыра, %;  $B_{\text{с}}$  – нормативная массовая доля влаги в сыре, %;  $k$  – поправочный коэффициент на результат анализа пробы сыра, взятой шупом (для твердых корковых сыров  $k = 1,036$ ; для бескоркового сыра  $k = 1,025$ ; для мягких сыров  $k = 1,0$ );  $O_{\text{т}}$  – норма отхода сырной массы, % от массы выработанного сыра;  $J_{\text{нм}}$  – массовая доля жира в нормализованном молоке, %;  $n_{\text{ж}}$  – предельно допустимые потери жира при выработке сыра, % от массы жира в нормализованном молоке;  $O_{\text{ж}}$  – норма отхода жира в сыворотку, %.

Норма расхода обезжиренного молока или пахты на 1 т *нежирного сыра и брынзы*:

$$P_{\text{ом,пх}} = \frac{100 - B_{\text{с}}}{\text{СВ}_{\text{ом,пх}} \cdot \text{И}_{\text{св}}} \cdot 1000, \quad (1.25)$$

где  $P_{\text{ом,пх}}$  – норма расхода обезжиренного молока или пахты на 1 т нежирного сыра и брынзы, кг;  $B_{\text{с}}$  – массовая доля влаги в зрелом сыре, %;  $\text{СВ}_{\text{ом,пх}}$  – массовая доля сухих веществ в обезжиренном молоке или пахте, %;  $\text{И}_{\text{св}}$  – степень использования сухих веществ сырья.

**Выходом готового продукта** называют массу готового продукта, полученного из ста единиц сырья.

Выход продукта В (%) вычисляют по формуле

$$B = \frac{100 \cdot (ч_c - ч_n)}{ч_r - ч_n} \cdot \frac{100 - n}{100}, \quad (1.26)$$

где  $ч_c$ ,  $ч_n$ ,  $ч_r$  – массовая доля составных частей молока в сырье, побочном и готовом продукте соответственно, %;  $n$  – предельно допустимые потери, %.

Для оценки товарных свойств перерабатываемого молока целесообразно рассчитывать выход без учета производственных потерь, так как они зависят от объема перерабатываемого сырья.

Выход молочных продуктов можно определить по одной из составных частей молока с учетом степени ее использования:

$$B = 100 \cdot I_{ч} \cdot ч_{нм}, \quad (1.27)$$

где  $I_{ч}$  – степень использования составных частей молока, %;  $ч_{нм}$  – массовая доля составных частей молока в нормализованном молоке, %.

Выход молочных продуктов зависит от содержания в исходном сырье жира, белка, лактозы и других составных частей молока, образующих основную массу продукта, а также степени их перехода в готовый продукт и массы влаги в продукте с растворенными в ней составными частями молока.

### 1.2.2. Расчеты по нормализации молока

Нормализацию молока проводят с целью получения готового продукта с требуемым содержанием жира и сухих веществ. В производстве молока, кисломолочных напитков, творога и сыров молоко нормализуют по содержанию жира, а в производстве сухого и сгущенного молока – по содержанию СОМО.

**Нормализацию молока по жиру** осуществляют периодическим способом путем смешивания в емкости цельного молока со сливками или обезжиренным молоком либо непрерывно в потоке с использованием сепараторов-нормализаторов. При этом возможны три варианта:

– при наличии необходимого количества сливок или обезжиренного молока их добавляют в цельное молоко, смешивают и при этом регулируют в нем массовую долю жира;

– часть цельного молока, поступающего на переработку, сепарируют, получают сливки и обезжиренное молоко, а затем оставшуюся

часть цельного молока (несепарированного) смешивают со сливками или обезжиренным молоком, регулируя при этом массовую долю жира; – все цельное молоко, поступающее на переработку, нормализуют в сепараторе-нормализаторе, а оставшуюся от нормализации часть сливок или обезжиренного молока отводят для дальнейшей обработки.

При *нормализации молока периодическим способом* для увеличения массовой доли жира в цельном молоке (если  $J_{\text{HM}} > J_{\text{ЦМ}}$ ) его смешивают со сливками, а для уменьшения (если  $J_{\text{HM}} < J_{\text{ЦМ}}$ ) – с обезжиренным молоком.

Расчет необходимого для нормализации цельного молока количества сливок или обезжиренного молока проводят по уравнениям материального баланса:

- нормализация цельного молока сливками ( $J_{\text{HM}} > J_{\text{ЦМ}}$ ):

$$\begin{cases} m_{\text{HM}} = m_{\text{ЦМ}} + m_{\text{СЛ}}, \\ m_{\text{HM}} \cdot J_{\text{HM}} = m_{\text{ЦМ}} \cdot J_{\text{ЦМ}} + m_{\text{СЛ}} \cdot J_{\text{СЛ}}, \end{cases} \quad (1.28)$$

где  $m_{\text{HM}}$ ,  $m_{\text{ЦМ}}$ ,  $m_{\text{СЛ}}$  – масса нормализованного и цельного молока, сливок соответственно, кг;  $J_{\text{HM}}$ ,  $J_{\text{ЦМ}}$ ,  $J_{\text{СЛ}}$  – массовая доля жира в нормализованном и цельном молоке, сливках соответственно, %.

При решении этой системы уравнений находят массу сливок для нормализации цельного молока и массу цельного молока, если известны количество нормализованного молока и массовая доля жира в сливках, цельном и нормализованном молоке.

$$m_{\text{СЛ}} = \frac{m_{\text{HM}} \cdot (J_{\text{HM}} - J_{\text{ЦМ}})}{J_{\text{СЛ}} - J_{\text{ЦМ}}}; \quad (1.29)$$

$$m_{\text{ЦМ}} = \frac{m_{\text{HM}} \cdot (J_{\text{СЛ}} - J_{\text{HM}})}{J_{\text{СЛ}} - J_{\text{ЦМ}}}. \quad (1.30)$$

Если в производстве отсутствуют сливки для нормализации цельного молока, в этом случае сепарируют определенную часть цельного молока для получения необходимого количества сливок.

Зная количество сливок, определяют массу цельного молока для сепарирования путем решения системы уравнений:

$$\begin{cases} m_{\text{ЦМ,сеп}} = m_{\text{СЛ}} + m_{\text{ОМ}}, \\ m_{\text{ЦМ,сеп}} \cdot J_{\text{ЦМ}} = m_{\text{СЛ}} \cdot J_{\text{СЛ}} + m_{\text{ОМ}} \cdot J_{\text{ОМ}}, \end{cases} \quad (1.31)$$

где  $m_{\text{цм,сеп}}$  – масса цельного молока для сепарирования, кг;  $m_{\text{ом}}$  – масса обезжиренного молока, кг;  $\mathcal{J}_{\text{ом}}$  – массовая доля жира в обезжиренном молоке, %.

$$m_{\text{цм,сеп}} = \frac{m_{\text{сл}} \cdot (\mathcal{J}_{\text{сл}} - \mathcal{J}_{\text{ом}})}{\mathcal{J}_{\text{цм}} - \mathcal{J}_{\text{ом}}}; \quad (1.32)$$

- нормализация цельного молока обезжиренным молоком ( $\mathcal{J}_{\text{нм}} < \mathcal{J}_{\text{цм}}$ ):

$$\begin{cases} m_{\text{нм}} = m_{\text{цм}} + m_{\text{ом}}, \\ m_{\text{нм}} \cdot \mathcal{J}_{\text{нм}} = m_{\text{цм}} \cdot \mathcal{J}_{\text{цм}} + m_{\text{ом}} \cdot \mathcal{J}_{\text{ом}}. \end{cases} \quad (1.33)$$

При решении этой системы уравнений находят массу обезжиренного молока для нормализации цельного молока и массу цельного молока, если известны количество нормализованного молока и массовая доля жира в обезжиренном, цельном и нормализованном молоке.

$$m_{\text{ом}} = \frac{m_{\text{нм}} \cdot (\mathcal{J}_{\text{цм}} - \mathcal{J}_{\text{нм}})}{\mathcal{J}_{\text{цм}} - \mathcal{J}_{\text{ом}}}; \quad (1.34)$$

$$m_{\text{цм}} = \frac{m_{\text{нм}} \cdot (\mathcal{J}_{\text{нм}} - \mathcal{J}_{\text{ом}})}{\mathcal{J}_{\text{цм}} - \mathcal{J}_{\text{ом}}}. \quad (1.35)$$

Если в производстве отсутствует обезжиренное молоко для нормализации цельного молока, в этом случае сепарируют определенную часть цельного молока для получения необходимого количества обезжиренного молока.

Зная количество обезжиренного молока, определяют массу цельного молока для сепарирования путем решения системы уравнений (1.31):

$$m_{\text{цм,сеп}} = \frac{m_{\text{ом}} \cdot (\mathcal{J}_{\text{сл}} - \mathcal{J}_{\text{ом}})}{\mathcal{J}_{\text{сл}} - \mathcal{J}_{\text{цм}}}. \quad (1.36)$$

При *нормализации молока в потоке* определяют массу нормализованного молока, зная количество цельного молока и массовую долю жира в сливках, цельном, обезжиренном и нормализованном молоке.

- если  $\mathcal{J}_{\text{нм}} > \mathcal{J}_{\text{цм}}$ , нормализацию проводят путем отделения части обезжиренного молока:

$$\begin{cases} m_{\text{цм}} = m_{\text{нм}} + m_{\text{ом}}, \\ m_{\text{цм}} \cdot \mathcal{J}_{\text{цм}} = m_{\text{нм}} \cdot \mathcal{J}_{\text{нм}} + m_{\text{ом}} \cdot \mathcal{J}_{\text{ом}}; \end{cases} \quad (1.37)$$

$$m_{\text{HM}} = \frac{m_{\text{ЦМ}} \cdot (\mathcal{J}_{\text{ЦМ}} - \mathcal{J}_{\text{ОМ}})}{\mathcal{J}_{\text{HM}} - \mathcal{J}_{\text{ОМ}}}. \quad (1.38)$$

Масса обезжиренного молока, оставшегося от нормализации:

$$m_{\text{ОМ}} = \frac{m_{\text{ЦМ}} \cdot (\mathcal{J}_{\text{HM}} - \mathcal{J}_{\text{ЦМ}})}{\mathcal{J}_{\text{HM}} - \mathcal{J}_{\text{ОМ}}}; \quad (1.39)$$

• если  $\mathcal{J}_{\text{HM}} < \mathcal{J}_{\text{ЦМ}}$ , нормализацию проводят путем отделения части сливок:

$$\begin{cases} m_{\text{ЦМ}} = m_{\text{HM}} + m_{\text{СЛ}}, \\ m_{\text{ЦМ}} \cdot \mathcal{J}_{\text{ЦМ}} = m_{\text{HM}} \cdot \mathcal{J}_{\text{HM}} + m_{\text{СЛ}} \cdot \mathcal{J}_{\text{СЛ}}; \end{cases} \quad (1.40)$$

$$m_{\text{HM}} = \frac{m_{\text{ЦМ}} \cdot (\mathcal{J}_{\text{СЛ}} - \mathcal{J}_{\text{ЦМ}})}{\mathcal{J}_{\text{СЛ}} - \mathcal{J}_{\text{HM}}}. \quad (1.41)$$

Масса сливок, оставшихся от нормализации:

$$m_{\text{СЛ}} = \frac{m_{\text{ЦМ}} \cdot (\mathcal{J}_{\text{ЦМ}} - \mathcal{J}_{\text{HM}})}{\mathcal{J}_{\text{СЛ}} - \mathcal{J}_{\text{HM}}}. \quad (1.42)$$

**Нормализацию молока по сухим веществам** осуществляют путем смешивания цельного молока с сухим или сгущенным обезжиренным молоком, рассчитывая количества также по уравнениям материального баланса.

Необходимую для нормализации массу сухого молока ( $m_{\text{см}}$ ) определяют по формуле

$$m_{\text{см}} = \frac{100 \cdot m_{\text{р}}}{P_{\text{см}}}, \quad (1.43)$$

где  $m_{\text{р}}$  – масса сухого молока по рецептуре, кг;  $P_{\text{см}}$  – растворимость сухого молока, %.

### 1.2.3. Производство пастеризованного и стерилизованного молока

Пастеризованное молоко представляет собой нормализованное по жиру молоко, подвергнутое тепловой обработке при определенных режимах и затем охлажденное.

Стерилизованное молоко – это нормализованное по жиру молоко, подвергнутое стерилизации, затем охлажденное и упакованное в асептических условиях.

**Исходные данные:**

– производительность линии *по готовому продукту* – пастеризованному или стерилизованному молоку  $m_{\text{нм}}$ , кг/сут;

– массовая доля жира в сливках, цельном, нормализованном и обезжиренном молоке  $J_{\text{сл}}, J_{\text{цм}}, J_{\text{нм}}, J_{\text{ом}}$ , %.

Нормализацию молока по жиру осуществляют путем смешивания рассчитанных по формулам (1.29), (1.30), (1.34), (1.35) количеств цельного молока со сливками или обезжиренным молоком в зависимости от жирности цельного и нормализованного молока.

Массу цельного молока, направляемого на сепарирование для получения необходимого количества сливок или обезжиренного молока, определяют по формулам (1.32) и (1.36).

При нормализации молока в потоке количество цельного молока, а также обезжиренного молока или сливок, оставшихся от нормализации, находят, решая систему уравнений (1.37) и (1.40).

Если в исходных данных указана производительность линии *по сырью* – цельному молоку  $m_{\text{цм}}$  (кг/сут), количество нормализованного молока, а также сливок или обезжиренного молока определяют, решая систему уравнений (1.28) и (1.33).

При нормализации молока в потоке массу нормализованного молока, а также обезжиренного молока или сливок, оставшихся от нормализации, рассчитывают по формулам (1.38), (1.39), (1.41), (1.42).

Материальный баланс производства пастеризованного (стерилизованного) молока представлен в табл. 1.1.

Таблица 1.1

**Материальный баланс производства пастеризованного (стерилизованного) молока**

Приход		Расход	
Наименование компонентов	Количество, кг/сут	Наименование компонентов	Количество, кг/сут
Цельное молоко	$m_{\text{цм}}$	Готовый продукт	$m_{\text{нм}}$
Обезжиренное молоко/сливки	$m_{\text{ом}} / m_{\text{сл}}$	Потери	П
<i>Итого</i>		<i>Итого</i>	

#### 1.2.4. Производство кисломолочных напитков

Кисломолочные напитки представляют собой напитки, вырабатываемые путем сквашивания молока (коровьего, кобыльего, козьего, верблюжьего и др.), пахты или молочной сыворотки заквасками молочнокислых бактерий (простокваша, йогурт, кумыс, ацидофильные напитки и др.) или симбиотической закваской (кефир), включающей молочнокислые и уксуснокислые бактерии и молочные дрожжи, подвергнутые охлаждению и созреванию, с добавлением или без добавления наполнителей.

##### Исходные данные:

– производительность линии *по сырью* – цельному молоку  $m_{цм}$ , кг/сут;

– массовая доля жира в сливках, цельном, нормализованном и обезжиренном молоке  $J_{сл}$ ,  $J_{цм}$ ,  $J_{нм}$ ,  $J_{ом}$ , %.

Нормализацию молока по жиру осуществляют путем смешивания цельного молока со сливками или обезжиренным молоком в зависимости от жирности цельного и нормализованного молока.

Часть цельного молока  $m_{цм,сеп}$ , поступающего на переработку, сепарируют, получают сливки и обезжиренное молоко, а оставшуюся часть несепарированного цельного молока  $m_{цм,часть}$  смешивают со сливками или обезжиренным молоком.

$$m_{цм} = m_{цм,сеп} + m_{цм,часть} \quad (1.44)$$

- Нормализация цельного молока сливками ( $J_{нм} > J_{цм}$ ) (рис. 1.17):

$$m_{нм} = m_{цм,часть} + m_{сл} \quad (1.45)$$

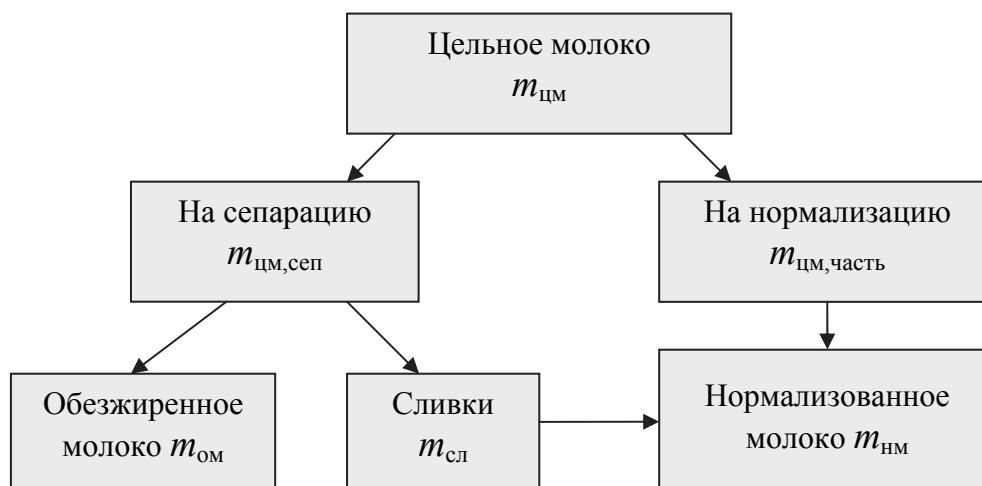


Рис. 1.17. Схема материальных потоков при нормализации цельного молока сливками

1) Сначала проводят расчет количества нормализованного молока по уравнениям материального баланса:

$$\begin{cases} m_{\text{цм}} = m_{\text{нм}} + m_{\text{ом}}, \\ m_{\text{цм}} \cdot \mathcal{J}_{\text{цм}} = m_{\text{нм}} \cdot \mathcal{J}_{\text{нм}} + m_{\text{ом}} \cdot \mathcal{J}_{\text{ом}}. \end{cases} \quad (1.46)$$

Решая эту систему уравнений, находят массу нормализованного молока и массу обезжиренного молока, если известно количество цельного молока.

$$m_{\text{нм}} = \frac{m_{\text{цм}} \cdot (\mathcal{J}_{\text{цм}} - \mathcal{J}_{\text{ом}})}{\mathcal{J}_{\text{нм}} - \mathcal{J}_{\text{ом}}}; \quad (1.47)$$

$$m_{\text{ом}} = \frac{m_{\text{цм}} \cdot (\mathcal{J}_{\text{нм}} - \mathcal{J}_{\text{цм}})}{\mathcal{J}_{\text{нм}} - \mathcal{J}_{\text{ом}}}. \quad (1.48)$$

2) Зная количество обезжиренного молока, определяют массу цельного молока для сепарирования и массу сливок путем решения системы уравнений:

$$\begin{cases} m_{\text{цм,сеп}} = m_{\text{сл}} + m_{\text{ом}}, \\ m_{\text{цм,сеп}} \cdot \mathcal{J}_{\text{цм}} = m_{\text{сл}} \cdot \mathcal{J}_{\text{сл}} + m_{\text{ом}} \cdot \mathcal{J}_{\text{ом}}; \end{cases} \quad (1.49)$$

$$m_{\text{цм,сеп}} = \frac{m_{\text{ом}} \cdot (\mathcal{J}_{\text{сл}} - \mathcal{J}_{\text{ом}})}{\mathcal{J}_{\text{сл}} - \mathcal{J}_{\text{цм}}}; \quad (1.50)$$

$$m_{\text{сл}} = m_{\text{цм,сеп}} - m_{\text{ом}}. \quad (1.51)$$

Зная количество цельного молока для сепарирования, определяют массу части несепарированного цельного молока, смешиваемого со сливками:

$$m_{\text{цм,часть}} = m_{\text{цм}} - m_{\text{цм,сеп}} \quad (1.52)$$

или зная количество нормализованного молока, определяют массу части несепарированного цельного молока, смешиваемого со сливками, и массу сливок путем решения системы уравнений:

$$\begin{cases} m_{\text{нм}} = m_{\text{цм,часть}} + m_{\text{сл}}, \\ m_{\text{нм}} \cdot \mathcal{J}_{\text{нм}} = m_{\text{цм,часть}} \cdot \mathcal{J}_{\text{цм}} + m_{\text{сл}} \cdot \mathcal{J}_{\text{сл}}; \end{cases} \quad (1.53)$$



$$m_{\text{цм, часть}} = \frac{m_{\text{нм}} \cdot (\mathcal{J}_{\text{сл}} - \mathcal{J}_{\text{нм}})}{\mathcal{J}_{\text{сл}} - \mathcal{J}_{\text{цм}}}; \quad (1.54)$$

$$m_{\text{сл}} = m_{\text{нм}} - m_{\text{цм, часть}}. \quad (1.55)$$

Зная массу части несепарированного цельного молока, определяют количество цельного молока для сепарирования:

$$m_{\text{цм, сеп}} = m_{\text{цм}} - m_{\text{цм, часть}}. \quad (1.56)$$

• Нормализация цельного молока обезжиренным молоком ( $\mathcal{J}_{\text{нм}} < \mathcal{J}_{\text{цм}}$ ) (рис. 1.18):

$$m_{\text{нм}} = m_{\text{цм, часть}} + m_{\text{ом}}. \quad (1.57)$$

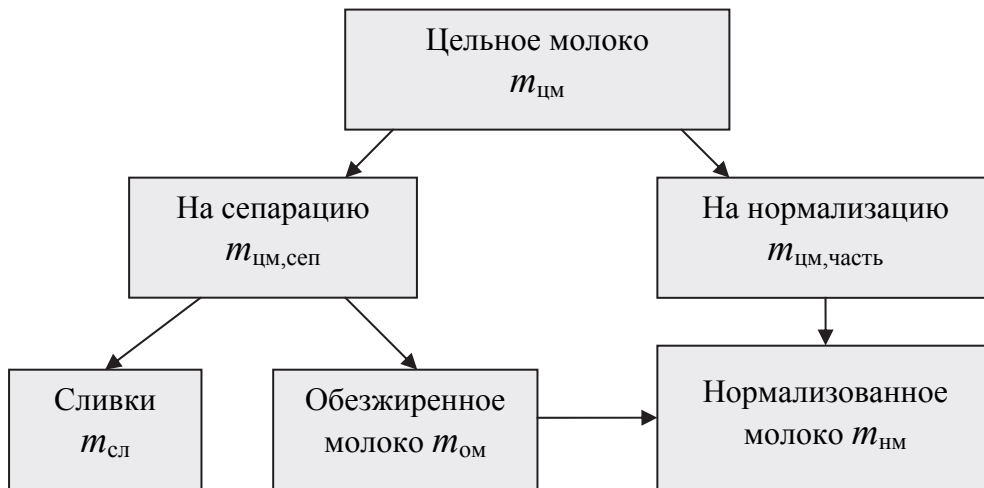


Рис. 1.18. Схема материальных потоков при нормализации цельного молока обезжиренным молоком

1) Сначала проводят расчет количества нормализованного молока по уравнениям материального баланса:

$$\begin{cases} m_{\text{цм}} = m_{\text{нм}} + m_{\text{сл}} \\ m_{\text{цм}} \cdot \mathcal{J}_{\text{цм}} = m_{\text{нм}} \cdot \mathcal{J}_{\text{нм}} + m_{\text{сл}} \cdot \mathcal{J}_{\text{сл}} \end{cases} \quad (1.58)$$

Решая эту систему уравнений, находят массу нормализованного молока и массу сливок, зная количество цельного молока.

$$m_{\text{нм}} = \frac{m_{\text{цм}} \cdot (\mathcal{J}_{\text{сл}} - \mathcal{J}_{\text{цм}})}{\mathcal{J}_{\text{сл}} - \mathcal{J}_{\text{нм}}}; \quad (1.59)$$

$$m_{\text{сл}} = \frac{m_{\text{цм}} \cdot (\mathcal{J}_{\text{цм}} - \mathcal{J}_{\text{нм}})}{\mathcal{J}_{\text{сл}} - \mathcal{J}_{\text{нм}}}. \quad (1.60)$$

2) Зная количество сливок, определяют массу цельного молока для сепарирования и массу обезжиренного молока, решая систему уравнений (1.49):

$$m_{\text{цм,сеп}} = \frac{m_{\text{сл}} \cdot (\mathcal{J}_{\text{сл}} - \mathcal{J}_{\text{ом}})}{\mathcal{J}_{\text{цм}} - \mathcal{J}_{\text{ом}}}; \quad (1.61)$$

$$m_{\text{ом}} = m_{\text{цм,сеп}} - m_{\text{сл}}. \quad (1.62)$$

Зная количество цельного молока для сепарирования, определяют массу части несепарированного цельного молока  $m_{\text{цм,часть}}$ , смешиваемого с обезжиренным молоком, по формуле (1.52).

Или зная количество нормализованного молока, определяют массу части несепарированного цельного молока, смешиваемого с обезжиренным молоком, и массу обезжиренного молока, решая систему уравнений:

$$\begin{cases} m_{\text{нм}} = m_{\text{цм,часть}} + m_{\text{ом}}, \\ m_{\text{нм}} \cdot \mathcal{J}_{\text{нм}} = m_{\text{цм,часть}} \cdot \mathcal{J}_{\text{цм}} + m_{\text{ом}} \cdot \mathcal{J}_{\text{ом}}; \end{cases} \quad (1.63)$$

$$m_{\text{цм,часть}} = \frac{m_{\text{нм}} \cdot (\mathcal{J}_{\text{нм}} - \mathcal{J}_{\text{ом}})}{\mathcal{J}_{\text{цм}} - \mathcal{J}_{\text{ом}}}; \quad (1.64)$$

$$m_{\text{ом}} = m_{\text{нм}} - m_{\text{цм,часть}}. \quad (1.65)$$

Зная массу части несепарированного цельного молока, определяют количество цельного молока для сепарирования  $m_{\text{цм,сеп}}$  по формуле (1.56).

В нормализованное молоко вносят:

- закваску в количестве 1–5% от массы нормализованного молока;
- различные добавки.

Количество готового продукта находят, суммируя массу нормализованного молока, закваски и добавок.

$$m_{\text{км.нап}} = m_{\text{нм}} + m_{\text{з}} + m_{\text{д}}, \quad (1.66)$$

где  $m_{\text{км.нап}}$ ,  $m_{\text{нм}}$ ,  $m_{\text{з}}$ ,  $m_{\text{д}}$  – масса кисломолочного напитка, нормализованного молока, закваски, добавок соответственно, кг/сут.

Если в исходных данных указана производительность линии *по готовому продукту*, количество цельного молока, а также обезжиренного молока или сливок находят, решая систему уравнений (1.46) и (1.58).

Массу цельного молока, направляемого на сепарирование для получения необходимого количества сливок или обезжиренного молока, определяют по формулам (1.50) и (1.61).

В производстве *ряженки* массовая доля жира в нормализованном молоке определяется с учетом потерь на испарение влаги 5,5% при тепловой обработке молока.

Материальный баланс производства кисломолочных напитков представлен в табл. 1.2.

Таблица 1.2

**Материальный баланс производства кисломолочных напитков**

Приход		Расход	
Наименование компонентов	Количество, кг/сут	Наименование компонентов	Количество, кг/сут
Цельное молоко	$m_{цм}$	Готовый продукт	$m_{км.нап}$
Закваска	$m_з$	Обезжиренное молоко/сливки	$m_{ом}/m_{сл}$
Добавки	$m_д$	Потери	П
<i>Итого</i>		<i>Итого</i>	

### 1.2.5. Производство творога

Творог представляет собой кисломолочный продукт, полученный путем сквашивания нормализованного или обезжиренного молока заквасками молочнокислых бактерий, с применением или без применения сычужного фермента и хлорида кальция, и последующего удаления части сыворотки из сгустка.

Творог производят традиционным и отдельным способами. В первом случае творожный сгусток получают из нормализованного молока, во втором – из обезжиренного молока с последующим смешиванием нежирного творога со сливками.

#### **Традиционный способ получения творога.**

В производстве творога соотношение между массовой долей жира и белка в нормализованном молоке должно быть таким, чтобы обеспечить стандартное отношение этих частей молока в готовом продукте. Величина этого отношения в нормализованном молоке зависит от

состава готового продукта и степени перехода жира и белка из молока в творог.

Для определения массовой доли жира в нормализованном молоке используют формулу

$$Ж_{\text{нм}} = К \cdot Б_{\text{цм}}, \quad (1.67)$$

где  $Ж_{\text{нм}}$  – массовая доля жира в нормализованном молоке, %;  $К$  – коэффициент нормализации, определяемый опытным путем (для творога с массовой долей жира 18%  $К = 1,0$ ; 9% –  $К = 0,5$ ; 5% –  $К = 0,29$ );  $Б_{\text{цм}}$  – массовая доля белка в цельном молоке, %.

**Исходные данные:**

– производительность линии *по сырью* – цельному молоку  $m_{\text{цм}}$ , кг/сут;

– массовая доля жира в сливках, цельном, нормализованном и обезжиренном молоке  $Ж_{\text{сл}}$ ,  $Ж_{\text{цм}}$ ,  $Ж_{\text{нм}}$ ,  $Ж_{\text{ом}}$ , %.

Нормализацию молока по жиру осуществляют путем смешивания цельного молока со сливками или обезжиренным молоком в зависимости от жирности цельного и нормализованного молока.

Все расчеты проводят по формулам, приведенным в подразделе 1.2.4.

В нормализованное молоко вносят:

– закваску ( $m_3$ ) в количестве 1–5% от массы нормализованного молока;

– 40%-ный раствор  $\text{CaCl}_2$  ( $m_{\text{хк}}$ ) из расчета 400 г безводной соли на 1 т молока (при кислотно-сычужном способе получения творога);

– сычужный фермент ( $m_{\text{ф}}$ ) в виде 1%-ного раствора из расчета 1 г на 1 т молока (при кислотно-сычужном способе получения творога).

Количество творога после отделения сыворотки:

$$m_{\text{тв}} = \frac{m_{\text{тв.сг}}}{P_{\text{нм}}}, \quad (1.68)$$

где  $m_{\text{тв}}$  – масса творога, кг/сут;  $m_{\text{тв.сг}}$  – масса творожного сгустка, кг/сут;  $P_{\text{нм}}$  – норма расхода нормализованного молока на 1 т творога, т (определяют по формуле (1.21)).

Количество сыворотки, удаляемой из творожного сгустка:

$$m_{\text{сыв}} = \frac{m_{\text{тв.сг}} \cdot (B_{\text{тв1}} - B_{\text{тв2}})}{B_{\text{сыв}} - B_{\text{тв2}}}, \quad (1.69)$$

где  $m_{\text{сыв}}$  – масса сыворотки, кг/сут;  $V_{\text{ТВ1}}$ ,  $V_{\text{ТВ2}}$  – массовая доля влаги в твороге до и после прессования, соответственно, %;  $V_{\text{сыв}}$  – массовая доля влаги в сыворотке, % ( $V_{\text{сыв}} = 94,2\%$ ),

или

$$m_{\text{сыв}} = m_{\text{ТВ.СГ}} - m_{\text{ТВ}} \quad (1.70)$$

Если в исходных данных указана производительность линии *по готовому продукту*, количество нормализованного молока  $m_{\text{НМ}}$  определяют по формуле

$$m_{\text{НМ}} = \frac{m_{\text{ТВ}} \cdot P_{\text{НМ}}}{1000} \quad (1.71)$$

Количество цельного молока, а также обезжиренного молока или сливок, находят, решая систему уравнений (1.46) и (1.58).

Массу цельного молока, направляемого на сепарирование для получения необходимого количества сливок или обезжиренного молока, определяют по формулам (1.50) и (1.61).

Материальный баланс производства творога представлен в табл.1.3.

Таблица 1.3

**Материальный баланс производства творога традиционным способом**

Приход		Расход	
Наименование компонентов	Количество, кг/сут	Наименование компонентов	Количество, кг/сут
Цельное молоко	$m_{\text{цм}}$	Готовый продукт	$m_{\text{ТВ}}$
Закваска	$m_{\text{з}}$	Обезжиренное молоко/сливки	$m_{\text{ом}} / m_{\text{сл}}$
Раствор $\text{CaCl}_2$	$m_{\text{хк}}$	Сыворотка	$m_{\text{сыв}}$
Сычужный фермент	$m_{\text{ф}}$	Потери	П
<i>Итого</i>		<i>Итого</i>	

### **Раздельный способ получения творога.**

Нежирный творог, полученный из обезжиренного молока, смешивают со сливками с массовой долей жира 50–55% (рис. 1.19).

#### **Исходные данные:**

– производительность линии *по сырью* – цельному молоку  $m_{\text{цм}}$ , кг/сут;

– массовая доля жира в сливках, цельном и обезжиренном молоке  $J_{\text{сл}}$ ,  $J_{\text{цм}}$ ,  $J_{\text{ом}}$ , %.

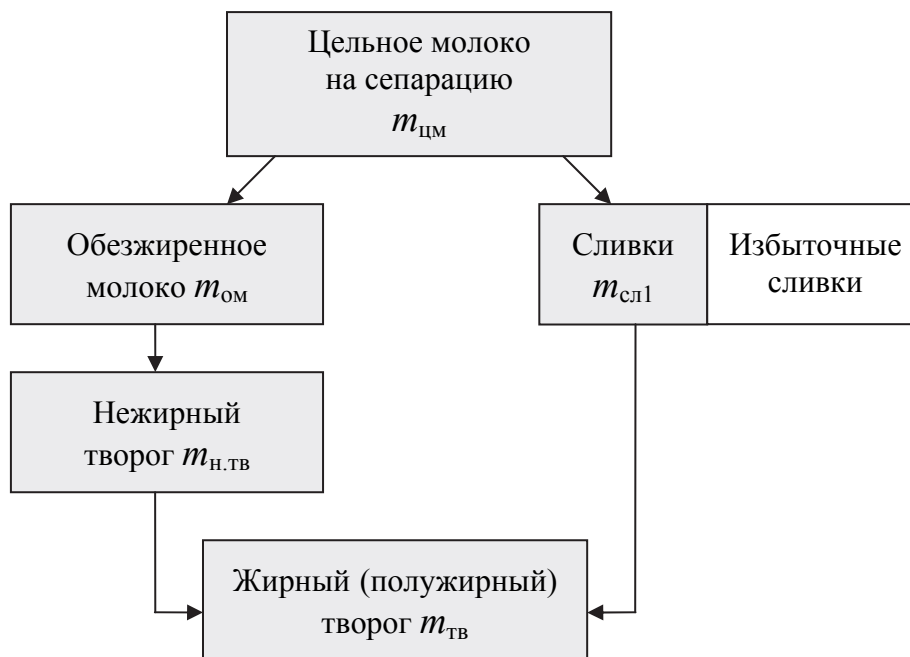


Рис. 1.19. Схема материальных потоков при получении творога раздельным способом

Для получения обезжиренного молока и сливок сепарируют все количество цельного молока. Зная количество цельного молока  $m_{цм}$ , находят массу обезжиренного молока  $m_{ом}$  и сливок  $m_{сл}$ , решая систему уравнений:

$$\begin{cases} m_{цм} = m_{сл} + m_{ом}, \\ m_{цм} \cdot Ж_{цм} = m_{сл} \cdot Ж_{сл} + m_{ом} \cdot Ж_{ом}; \end{cases} \quad (1.72)$$

$$m_{сл} = \frac{m_{цм} \cdot (Ж_{цм} - Ж_{ом})}{Ж_{сл} - Ж_{ом}}; \quad (1.73)$$

$$m_{ом} = \frac{m_{цм} \cdot (Ж_{сл} - Ж_{цм})}{Ж_{сл} - Ж_{ом}}. \quad (1.74)$$

В обезжиренное молоко вносят:

- закваску ( $m_з$ ) в количестве 1–5% от массы обезжиренного молока;
- 40%-ный раствор  $CaCl_2$  ( $m_{хк}$ ) из расчета 400 г безводной соли на 1 т молока;
- сычужный фермент ( $m_ф$ ) в виде 1%-ного раствора из расчета 1 г на 1 т молока.

Количество нежирного творога после отделения сыворотки:

$$m_{\text{н.тв}} = \frac{m_{\text{тв.сг}}}{P_{\text{ом}}}, \quad (1.75)$$

где  $m_{\text{н.тв}}$  – масса нежирного творога, кг/сут;  $P_{\text{ом}}$  – норма расхода обезжиренного молока на 1 т творога, т (определяют по формуле (1.22)).

Количество сыворотки, удаляемой из творожного сгустка, определяют по формуле (1.69) или (1.70). Массовая доля влаги в творожном сгустке после отделения сыворотки составляет 75–76% для жирного творога и 78–79% для полужирного творога.

Количество сливок, добавляемых к нежирному творогу, находят, решая систему уравнений:

$$\begin{cases} m_{\text{тв}} = m_{\text{н.тв}} + m_{\text{сл1}}, \\ m_{\text{тв}} \cdot Ж_{\text{тв}} = m_{\text{н.тв}} \cdot Ж_{\text{н.тв}} + m_{\text{сл1}} \cdot Ж_{\text{сл1}}, \end{cases} \quad (1.76)$$

где  $m_{\text{тв}}$  – масса жирного (полужирного) творога, кг/сут;  $m_{\text{н.тв}}$  – масса нежирного творога, кг/сут;  $m_{\text{сл1}}$  – масса сливок, добавляемых к нежирному творогу, кг/сут;  $Ж_{\text{тв}}$ ,  $Ж_{\text{н.тв}}$ ,  $Ж_{\text{сл1}}$  – массовая доля жира в жирном (полужирном) и нежирном твороге, сливках соответственно, %.

$$m_{\text{сл1}} = \frac{m_{\text{н.тв}} \cdot (Ж_{\text{тв}} - Ж_{\text{н.тв}})}{(Ж_{\text{сл}} - Ж_{\text{тв}})}. \quad (1.77)$$

Если в исходных данных указана производительность линии *по готовому продукту*, количество нежирного творога и сливок, добавляемых к нежирному творогу, определяют, решая систему уравнений (1.76).

Количество обезжиренного молока рассчитывают аналогично формуле (1.71) с учетом нормы расхода обезжиренного молока на 1 т творога  $P_{\text{ом}}$ .

Массу цельного молока, направляемого на сепарирование для получения необходимого количества обезжиренного молока, находят, решая систему уравнений (1.72).

Материальный баланс производства творога представлен в табл. 1.4.

Таблица 1.4

**Материальный баланс производства творога раздельным способом**

Приход		Расход	
Наименование компонентов	Количество, кг/сут	Наименование компонентов	Количество, кг/сут
Цельное молоко	$m_{\text{цм}}$	Готовый продукт	$m_{\text{тв}}$
Закваска	$m_3$	Сливки	$m_{\text{сл2}}$

Приход		Расход	
Наименование компонентов	Количество, кг/сут	Наименование компонентов	Количество, кг/сут
Раствор CaCl <sub>2</sub>	$m_{\text{хк}}$	Сыворотка	$m_{\text{сыв}}$
Сычужный фермент	$m_{\text{ф}}$	Потери	П
<i>Итого</i>		<i>Итого</i>	

### 1.2.6. Производство сыра

Сыр представляет собой кисломолочный продукт, полученный путем сквашивания нормализованного молока заквасками молочнокислых (в некоторых случаях и пропионовокислых) бактерий, с применением сычужного фермента и хлорида кальция, и последующей обработки и созревания сычужного сгустка. Это касается сычужных сыров, в отличие от которых кисломолочные сыры не проходят стадию созревания, а технология плавленых сыров включает операцию тепловой обработки. Сычужные сыры различаются условиями получения, включающими разные режимы обработки сырной массы и созревания сыра.

В зависимости от массовой доли жира в сухом веществе сыра выпускают жирные (45–60%), полужирные (25–45%), низкожирные (10–25%) и обезжиренные (менее 10%) сыры.

В производстве сыра так же, как и в производстве творога, соотношение между массовой долей жира и белка в нормализованном молоке должно быть таким, чтобы обеспечить стандартное отношение этих частей молока в готовом продукте.

Для определения массовой доли жира в нормализованном молоке используют формулу

$$Ж_{\text{нм}} = \frac{К \cdot Б_{\text{цм}} \cdot Ж_{\text{св}}}{100}, \quad (1.78)$$

где  $Ж_{\text{нм}}$  – массовая доля жира в нормализованном молоке, %;  $К$  – коэффициент нормализации, определяемый опытным путем (для сыра с массовой долей жира в сухом веществе сыра 50%  $К = 2,15$ ; 45% –  $К = 2,02$ ; 40% –  $К = 1,9$ );  $Б_{\text{цм}}$  – массовая доля белка в цельном молоке, %;  $Ж_{\text{св}}$  – нормативная массовая доля жира в сухом веществе сыра, %.

#### Исходные данные:

– производительность линии *по сырью* – цельному молоку  $m_{\text{цм}}$ , кг/сут;

– массовая доля жира в сливках, цельном, нормализованном и обезжиренном молоке  $Ж_{\text{сл}}$ ,  $Ж_{\text{цм}}$ ,  $Ж_{\text{нм}}$ ,  $Ж_{\text{ом}}$ , %.



Нормализацию молока по жиру осуществляют путем смешивания цельного молока со сливками или обезжиренным молоком в зависимости от жирности цельного и нормализованного молока.

Все расчеты проводят по формулам подраздела 1.2.4.

В нормализованное молоко вносят:

– закваску ( $m_3$ ) в количестве 0,5–3,0% от массы нормализованного молока;

– 40%-ный раствор  $\text{CaCl}_2$  ( $m_{\text{хк}}$ ) из расчета 100–400 г безводной соли на 1 т молока (при кислотно-сычужном способе получения творога);

– сычужный фермент ( $m_{\text{ф}}$ ) в виде 1%-ного или 2,5%-ного раствора (количество вносимого ферментного препарата зависит от его активности и способности молока к сычужному свертыванию);

– нитрат калия или натрия ( $m_{\text{нк}}$ ) в виде 10–15%-ного раствора из расчета до 300 г соли на 1 т молока.

Количество сыра после отделения сыворотки:

$$m_{\text{сыра}} = \frac{m_{\text{сыч.сг}}}{P_{\text{нм}}}, \quad (1.79)$$

где  $m_{\text{сыра}}$  – масса сыра, кг/сут;  $m_{\text{сыч.сг}}$  – масса сычужного сгустка, кг/сут;  $P_{\text{нм}}$  – норма расхода нормализованного молока на 1 т зрелого сыра, т (определяют по формуле (1.24)).

Количество сыворотки, удаляемой из сычужного сгустка:

$$m_{\text{сыв}} = \frac{m_{\text{сыч.сг}} \cdot (V_{\text{сыра1}} - V_{\text{сыра2}})}{V_{\text{сыв}} - V_{\text{сыра2}}}, \quad (1.80)$$

где  $m_{\text{сыв}}$  – масса сыворотки, кг/сут;  $V_{\text{сыра1}}$ ,  $V_{\text{сыра2}}$  – массовая доля влаги в сыре до и после прессования, соответственно, %;  $V_{\text{сыв}}$  – массовая доля влаги в сыворотке, % ( $V_{\text{сыв}} = 94,2\%$ ).

Или

$$m_{\text{сыв}} = m_{\text{сыч.сг}} - m_{\text{сыра}}. \quad (1.81)$$

Следует учитывать, что после постановки сырного зерна удаляют 20–40% сыворотки от количества нормализованного молока, а перед вторым нагреванием допускается удаление еще до 25% сыворотки. Кроме того, количество сыворотки, рассчитанное по формуле (1.80) или (1.81), требует корректировки с учетом того, что для регулирования кислотности сыра в сырную массу в начале второго нагревания добавляют воду в количестве 5–20% от массы нормализованного молока.

Для сыров повышенной влажности количество сыворотки изменяется при добавлении раствора соли в процессе частичной посолки сырного зерна во время или сразу после второго нагревания.

Если в исходных данных указана производительность линии *по готовому продукту*, количество нормализованного молока определяют аналогично формуле (1.71) с учетом нормы расхода нормализованного молока на 1 т зрелого сыра  $P_{\text{нм}}$ .

Количество цельного молока, а также обезжиренного молока или сливок находят, решая систему уравнений (1.46) и (1.58).

Массу цельного молока, направляемого на сепарирование для получения необходимого количества сливок или обезжиренного молока, определяют по формулам (1.50) и (1.61).

Материальный баланс производства сыра представлен в табл. 1.5.

Таблица 1.5

**Материальный баланс производства сыра**

Приход		Расход	
Наименование компонентов	Количество, кг/сут	Наименование компонентов	Количество, кг/сут
Цельное молоко	$m_{\text{цм}}$	Готовый продукт	$m_{\text{сыра}}$
Закваска	$m_z$	Обезжиренное молоко/сливки	$m_{\text{ом}} / m_{\text{сл}}$
Раствор $\text{CaCl}_2$	$m_{\text{хк}}$	Сыворотка	$m_{\text{сыв}}$
Сычужный фермент	$m_{\text{ф}}$	Потери	П
Нитрат калия или натрия	$m_{\text{нк}}$		
<i>Итого</i>		<i>Итого</i>	

### 1.2.7. Расчеты по нормализации сливок

Нормализацию сливок по жиру проводят путем смешивания сливок с цельным или обезжиренным молоком для уменьшения массовой доли жира в сливках или со сливками с более высоким содержанием жира для увеличения массовой доли жира в сливках.

Расчет необходимого для нормализации сливок количества цельного (обезжиренного) молока или сливок с более высоким содержанием жира проводят по уравнениям материального баланса:

- нормализация сливок цельным или обезжиренным молоком ( $J_{\text{н.сл}} < J_{\text{сл}}$ ):

$$\begin{cases} m_{\text{н.сл}} = m_{\text{сл}} + m_{\text{цм,ом}} \\ m_{\text{н.сл}} \cdot J_{\text{н.сл}} = m_{\text{сл}} \cdot J_{\text{сл}} + m_{\text{цм,ом}} \cdot J_{\text{цм,ом}} \end{cases} \quad (1.82)$$

где  $m_{\text{н.сл}}$ ,  $m_{\text{сл}}$ ,  $m_{\text{цм,ом}}$  – масса нормализованных и нормализуемых сливок, цельного или обезжиренного молока соответственно, кг;  $\mathcal{J}_{\text{н.сл}}$ ,  $\mathcal{J}_{\text{сл}}$ ,  $\mathcal{J}_{\text{цм,ом}}$  – массовая доля жира в нормализованных и нормализуемых сливках, цельном или обезжиренном молоке соответственно, %.

Решая эту систему уравнений, находят массу нормализуемых сливок и массу цельного или обезжиренного молока, если известно количество нормализованных сливок.

$$m_{\text{сл}} = \frac{m_{\text{н.сл}} \cdot (\mathcal{J}_{\text{н.сл}} - \mathcal{J}_{\text{цм,ом}})}{\mathcal{J}_{\text{сл}} - \mathcal{J}_{\text{цм,ом}}}, \quad (1.83)$$

$$m_{\text{цм,ом}} = \frac{m_{\text{н.сл}} \cdot (\mathcal{J}_{\text{сл}} - \mathcal{J}_{\text{н.сл}})}{\mathcal{J}_{\text{сл}} - \mathcal{J}_{\text{цм,ом}}}, \quad (1.84)$$

• нормализация сливок сливками с более высоким содержанием жира ( $\mathcal{J}_{\text{н.сл}} > \mathcal{J}_{\text{сл}}$ ):

$$\begin{cases} m_{\text{н.сл}} = m_{\text{ж.сл}} + m_{\text{сл}}, \\ m_{\text{н.сл}} \cdot \mathcal{J}_{\text{н.сл}} = m_{\text{ж.сл}} \cdot \mathcal{J}_{\text{ж.сл}} + m_{\text{сл}} \cdot \mathcal{J}_{\text{сл}}, \end{cases} \quad (1.85)$$

где  $m_{\text{ж.сл}}$  – масса сливок с более высоким содержанием жира, кг;  $\mathcal{J}_{\text{ж.сл}}$  – массовая доля жира в сливках с более высоким содержанием жира, %.

Решая эту систему уравнений, находят массу нормализуемых сливок и сливок с более высоким содержанием жира при известном количестве нормализованных сливок.

$$m_{\text{сл}} = \frac{m_{\text{н.сл}} \cdot (\mathcal{J}_{\text{ж.сл}} - \mathcal{J}_{\text{н.сл}})}{\mathcal{J}_{\text{ж.сл}} - \mathcal{J}_{\text{сл}}}, \quad (1.86)$$

$$m_{\text{ж.сл}} = \frac{m_{\text{н.сл}} \cdot (\mathcal{J}_{\text{н.сл}} - \mathcal{J}_{\text{сл}})}{\mathcal{J}_{\text{ж.сл}} - \mathcal{J}_{\text{сл}}}. \quad (1.87)$$

### 1.2.8. Производство пастеризованных и стерилизованных сливок

Пастеризованные сливки представляют собой нормализованные по жиру сливки, подвергнутые тепловой обработке при определенных режимах и затем охлажденные.

Стерилизованные сливки – это нормализованные по жиру сливки, подвергнутые стерилизации, затем охлажденные и упакованные в асептических условиях.

### Исходные данные:

– производительность линии *по готовому продукту* – пастеризованным или стерилизованным сливкам  $m_{н.сл}$ , кг/сут;

– массовая доля жира в нормализованных ( $J_{н.сл}$ ) и нормализуемых ( $J_{сл}$ ) сливках, сливках с более высоким содержанием жира ( $J_{ж.сл}$ ), цельном или обезжиренном молоке ( $J_{цм,ом}$ ), %.

Нормализацию сливок по жиру осуществляют путем смешивания рассчитанных по формулам (1.83), (1.84), (1.86), (1.87) количеств сливок с цельным (обезжиренным) молоком или сливками с более высоким содержанием жира в зависимости от жирности нормализованных и нормализуемых сливок.

Если в исходных данных указана производительность линии *по сырью* – цельному молоку  $m_{цм}$  (кг/сут), количество нормализуемых сливок определяют, решая систему уравнений (1.31).

Количество нормализованных сливок, а также цельного (обезжиренного) молока или сливок с более высоким содержанием жира находят, решая систему уравнений (1.82) и (1.85).

Материальный баланс производства пастеризованных (стерилизованных) сливок представлен в табл. 1.6.

Таблица 1.6

**Материальный баланс производства пастеризованных (стерилизованных) сливок**

Приход		Расход	
Наименование компонентов	Количество, кг/сут	Наименование компонентов	Количество, кг/сут
Сливки	$m_{сл}$	Готовый продукт	$m_{н.сл}$
Цельное молоко/ обезжиренное молоко или Сливки с более высоким содержанием жира	$m_{цм} / m_{ом}$  $m_{ж.сл}$	Потери	П
<i>Итого</i>		<i>Итого</i>	

### 1.2.9. Производство сметаны

Сметана представляет собой кисломолочный продукт, полученный путем сквашивания нормализованных пастеризованных сливок заквасками молочнокислых бактерий и последующего созревания сгустка.

Вырабатывают сметану с массовой долей жира от 10 до 40% и более.

### Исходные данные:

– производительность линии *по сырью* – цельному молоку  $m_{цм}$ , кг/сут;

– массовая доля жира в нормализованных ( $J_{н.сл}$ ) и нормализуемых ( $J_{сл}$ ) сливках, сливках с более высоким содержанием жира ( $J_{ж.сл}$ ), цельном ( $J_{цм}$ ) и обезжиренном молоке ( $J_{ом}$ ), %.

Для получения нормализуемых сливок сепарируют все количество цельного молока.

Нормализацию сливок по жиру проводят путем смешивания нормализуемых сливок с обезжиренным молоком (рис. 1.20, *а*) для уменьшения массовой доли жира в сливках или со сливками с более высоким содержанием жира (рис. 1.20, *б*) для увеличения массовой доли жира в сливках.

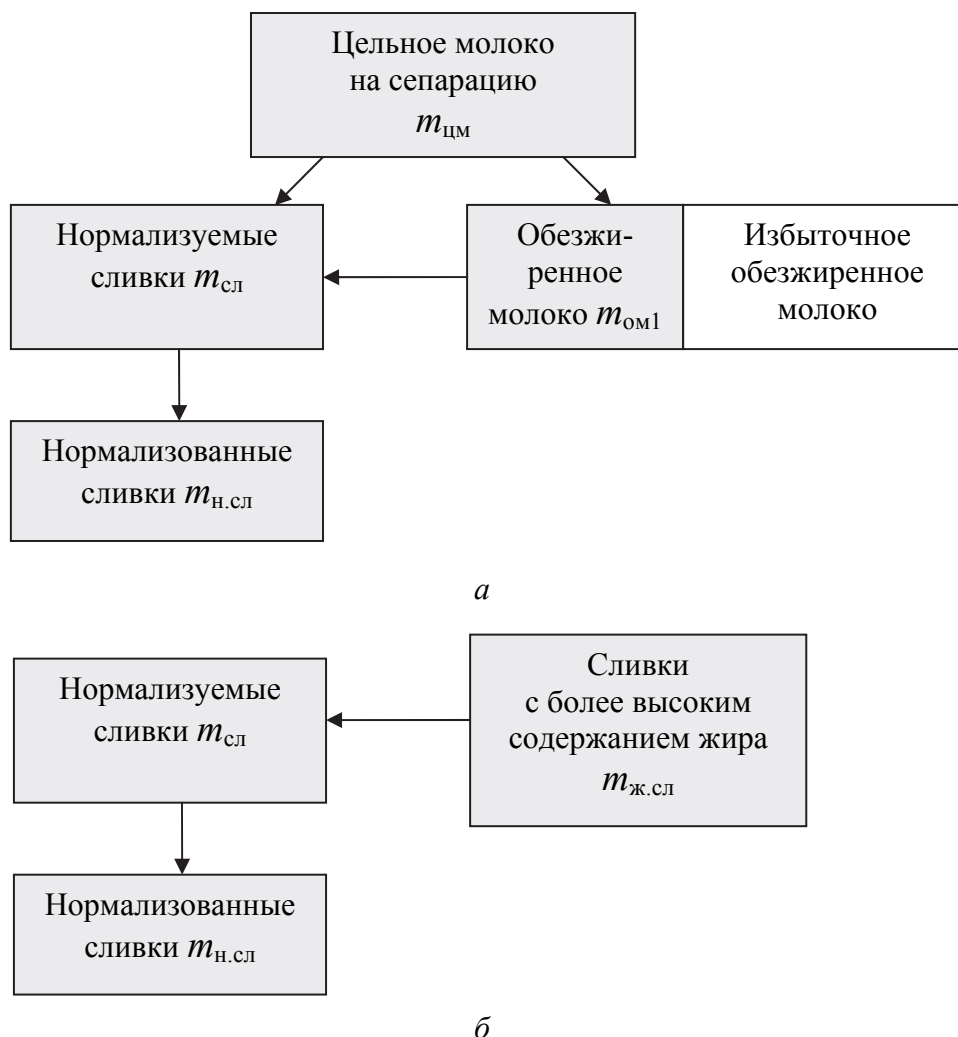


Рис. 1.20. Схема материальных потоков при нормализации сливок обезжиренным молоком (*а*) и сливками с более высоким содержанием жира (*б*)

- Нормализация сливок обезжиренным молоком ( $J_{н.сл} < J_{сл}$ ).

Зная количество цельного молока  $m_{цм}$ , находят массу нормализуемых сливок  $m_{сл}$  и обезжиренного молока  $m_{ом}$  по формулам (1.73) и (1.74).

Зная количество нормализуемых сливок, определяют массу обезжиренного молока  $m_{ом1}$  для нормализации сливок и нормализованных сливок путем решения системы уравнений:

$$\begin{cases} m_{н.сл} = m_{сл} + m_{ом1}, \\ m_{н.сл} \cdot J_{н.сл} = m_{сл} \cdot J_{сл} + m_{ом1} \cdot J_{ом1}; \end{cases} \quad (1.88)$$

$$m_{ом1} = \frac{m_{сл} \cdot (J_{сл} - J_{н.сл})}{J_{н.сл} - J_{ом1}}; \quad (1.89)$$

$$m_{н.сл} = \frac{m_{сл} \cdot (J_{сл} - J_{ом1})}{J_{н.сл} - J_{ом1}}; \quad (1.90)$$

- Нормализация сливок сливками с более высоким содержанием жира ( $J_{н.сл} > J_{сл}$ ).

Зная количество нормализуемых сливок, определяют массу сливок с более высоким содержанием жира  $m_{ж.сл}$  и нормализованных сливок, решая систему уравнений (1.85):

$$\begin{cases} m_{н.сл} = m_{ж.сл} + m_{сл}, \\ m_{н.сл} \cdot J_{н.сл} = m_{ж.сл} \cdot J_{ж.сл} + m_{сл} \cdot J_{сл}; \end{cases}$$

$$m_{ж.сл} = \frac{m_{сл} \cdot (J_{н.сл} - J_{сл})}{J_{ж.сл} - J_{н.сл}}; \quad (1.91)$$

$$m_{н.сл} = \frac{m_{сл} \cdot (J_{ж.сл} - J_{сл})}{J_{ж.сл} - J_{н.сл}}. \quad (1.92)$$

В нормализованные сливки вносят закваску  $m_з$  в количестве 0,5–5% от массы сливок. Количество готового продукта  $m_{смет}$  находят суммированием массы нормализованных сливок и закваски.

Если в исходных данных указана производительность линии *по готовому продукту*, количество нормализуемых сливок, а также обезжиренного молока или сливок с более высоким содержанием жира определяют по формулам (1.83), (1.84), (1.86), (1.87).

Массу цельного молока, направляемого на сепарирование для получения необходимого количества нормализуемых сливок находят путем решения системы уравнений (1.72).

Материальный баланс производства сметаны представлен в табл. 1.7.

Таблица 1.7

**Материальный баланс производства сметаны**

Приход		Расход	
Наименование компонентов	Количество, кг/сут	Наименование компонентов	Количество, кг/сут
Цельное молоко	$m_{цм}$	Готовый продукт	
Закваска	$m_з$	Обезжиренное молоко	$m_{ом2} (2)$ $m_{ом} (1)$
Сливки с более высоким содержанием жира	$m_{ж.сл} (1)$	Потери	П
<i>Итого</i>		<i>Итого</i>	

*Примечания:* 1 – при нормализации сливок сливками с более высоким содержанием жира; 2 – при нормализации сливок обезжиренным молоком.

**1.2.10. Производство сливочного масла**

Сливочное масло представляет собой продукт, полученный из свежих пастеризованных сливок (сладкосливочное) или сквашенных заквасками молочнокислых бактерий пастеризованных сливок (кислосливочное) путем сбивания сливок либо преобразования высокожирных сливок.

**Производство масла способом сбивания сливок.**

**Исходные данные:**

– производительность линии *по сырью* – цельному молоку  $m_{цм}$ , кг/сут;

– массовая доля жира в сливках, цельном и обезжиренном молоке, масле, пахте  $J_{сл}$ ,  $J_{цм}$ ,  $J_{ом}$ ,  $J_{мс}$ ,  $J_{пх}$ , %.

Для получения сливок сепарируют все количество цельного молока.

Для получения сливок постоянной жирности выход их из сепаратора регулируют в соответствии с жирностью поступающего молока. При этом исходят из следующей зависимости:

$$J_{сл} = \frac{100 \cdot J_{цм} - (100 - B) \cdot J_{ом}}{B}, \quad (1.93)$$

где B – выход сливок, %.

Зная количество цельного молока  $m_{цм}$ , находят массу сливок  $m_{сл}$  и обезжиренного молока  $m_{ом}$  по формулам (1.73) и (1.74).

При получении кисломолочного масла в сливки вносят закваску  $m_3$  в количестве 2–4% от массы сливок.

Зная количество сливок, определяют массу масла  $m_{mc}$  и пахты  $m_{пх}$ , решая систему уравнений:

$$\begin{cases} m_{сл} = m_{mc} + m_{пх}, \\ m_{сл} \cdot Ж_{сл} = m_{mc} \cdot Ж_{mc} + m_{пх} \cdot Ж_{пх}; \end{cases} \quad (1.94)$$

$$m_{mc} = \frac{m_{сл} \cdot (Ж_{сл} - Ж_{пх})}{Ж_{mc} - Ж_{пх}}; \quad (1.95)$$

$$m_{пх} = \frac{m_{сл} \cdot (Ж_{mc} - Ж_{сл})}{Ж_{mc} - Ж_{пх}}. \quad (1.96)$$

### **Производство масла способом преобразования высокожирных сливок.**

Высокожирные сливки получают из цельного молока в два этапа: сначала получают сливки с массовой долей жира 32–37%, пастеризуют их и направляют на повторное сепарирование для повышения до жирности получаемого масла. Полученные высокожирные сливки нормализуют по содержанию влаги, жира и СОМО, используя пахту, молоко, сливки, молочный жир.

#### **Исходные данные:**

– производительность линии *по сырью* – цельному молоку  $m_{цм}$ , кг/сут;

– массовая доля жира в сливках, цельном и обезжиренном молоке, масле, пахте  $Ж_{сл}$ ,  $Ж_{цм}$ ,  $Ж_{ом}$ ,  $Ж_{mc}$ ,  $Ж_{пх}$ , %.

Для получения сливок с массовой долей жира 32–37% сепарируют все количество цельного молока.

Зная количество цельного молока  $m_{цм}$ , находят массу высокожирных сливок  $m_{сл}$  и обезжиренного молока  $m_{ом}$  по формулам (1.73) и (1.74).

Зная количество нормализованных сливок, определяют массу масла  $m_{mc}$  и пахты  $m_{пх}$  по формулам (1.95) и (1.96).

Если в исходных данных указана производительность линии *по готовому продукту*, количество цельного молока определяют аналогично формуле (1.71) с учетом нормы расхода цельного молока на 1 т сливочного масла  $P_{цм}$ .

Количество сливок и пахты находят, решая систему уравнений (1.94).

Материальный баланс производства сливочного масла представлен в табл. 1.8.



Материальный баланс производства сливочного масла

Приход		Расход	
Наименование компонентов	Количество, кг/сут	Наименование компонентов	Количество, кг/сут
Цельное молоко	$m_{цм}$	Готовый продукт	$m_{мс}$
Закваска	$m_z(1)$	Обезжиренное молоко	$m_{ом}$
		Пахта	$m_{пх}$
		Потери	П
<i>Итого</i>		<i>Итого</i>	

Примечание. 1 – для кисломолочного масла.

### 1.3. Тепловые расчеты

Тепловые расчеты предусматривают определение расхода теплоносителей (пара, горячей воды и др.) и охлаждающих агентов (холодной, ледяной воды, рассола) на нагревание и охлаждение сырья, побочного и готового продуктов. Для этого необходимо определить количество тепла, затраченного на нагревание или выделяющегося при охлаждении среды по формуле

$$Q = G \cdot C \cdot (t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}}), \quad (1.97)$$

где  $Q$  – количество тепла, затраченного на нагревание или выделяющегося при охлаждении среды, Дж/сут;  $G$  – расход среды, кг/сут;  $C$  – удельная теплоемкость среды, Дж/кг·°С;  $t_{\text{кон}}$ ,  $t_{\text{нач}}$  – конечная и начальная температура среды соответственно, °С.

При расчете количества тепла, затраченного на нагревание среды, следует учитывать потери тепла в окружающую среду.

Расход теплоносителя или охлаждающего агента определяют по формуле

$$G_{\text{тн}} = \frac{Q}{C_{\text{тн}} \cdot (t_{\text{нач,тн}} - t_{\text{кон,тн}})}, \quad (1.98)$$

где  $G_{\text{тн}}$  – расход теплоносителя (охлаждающего агента), кг/сут;  $Q$  – количество тепла, затраченного на нагревание или выделяющегося при охлаждении среды, Дж/сут;  $C_{\text{тн}}$  – удельная теплоемкость теплоносителя (охлаждающего агента), Дж/кг·°С;  $t_{\text{нач,тн}}$ ,  $t_{\text{кон,тн}}$  – начальная и конечная температура теплоносителя (охлаждающего агента) соответственно, °С.

При нагревании и охлаждении молока или сливок в пастеризационно-охладительной установке (ПОУ) следует учитывать, что в сек-

ции рекуперации молоко или сливки нагреваются отводящимися пастеризованными молоком или сливками, а охлаждаются поступающими в аппарат холодными молоком или сливками.

Кроме того, длительная пастеризация молока или сливок (в течение 2–30 мин) требует увеличения количества тепла, затраченного на нагревание, и расхода теплоносителя на 2–4%.

Для удобства проведения тепловых расчетов исходные данные лучше представлять в виде табл. 1.9.

Таблица 1.9

**Исходные данные для расчета теплового баланса**

Название процесса	Изменение температуры сырья, побочного и готового продуктов		Расход сырья, побочного и готового продуктов, кг/сут	Вид теплоносителя, охлаждающего агента
	$t_{нач}, ^\circ\text{C}$	$t_{кон}, ^\circ\text{C}$		

Стадии производства молока и молочных продуктов, для проведения которых необходимо *нагревание* сырья, побочного и готового продуктов, включают:

- сепарирование молока (35–45°C);
- гомогенизацию молока (60–65°C), сливок (от 30 до 96°C);
- пастеризацию молока (от 60 до 104°C), сливок (от 78 до 97°C);
- стерилизацию молока, сливок (130–150°C);
- нагревание творожного сгустка (от 36 до 55°C), сычужного сгустка (36–42°C), (47–58°C).

Стадии производства молока и молочных продуктов, для проведения которых необходимо *охлаждение* сырья, побочного и готового продуктов, включают:

- охлаждение молока (4–6°C), (от 28 до 50°C), сливок (4–6°C), (от 10 до 23°C);
- сбивание сливок (8–14°C);
- созревание сыра (10–16°C);
- охлаждение и созревание кисломолочных напитков (14–16°C), сметаны, творога, сыра, сливочного масла (2–8°C).

## 1.4. Расчет и подбор оборудования

В производстве молока и молочных продуктов применяется оборудование периодического и непрерывного действия. В оборудовании

**периодического действия** продукт подвергается воздействию в течение определенного времени, после чего он выгружается. В оборудовании **непрерывного действия** загрузка, обработка и выгрузка продукта осуществляются одновременно.

К оборудованию периодического действия относятся емкости, ванны, танки, творого-, сыро- и маслоизготовители; к оборудованию непрерывного действия – емкости, счетчики, фильтры, сепараторы-молокоочистители, пластинчатые охладители и нагреватели, пастеризационно-охладительные установки, трубчатые пастеризаторы, гомогенизаторы, сепараторы-сливкоотделители, сепараторы-нормализаторы, маслоизготовители непрерывного действия, насосы, оборудование для розлива, фасования и упаковывания молока и молочных продуктов.

В зависимости от сочетания технологического оборудования в производственном потоке различают:

- отдельные единицы – выполняют одну операцию;
- агрегаты – выполняют последовательно различные операции;
- поточные технологические линии – выполняют все операции в непрерывном потоке.

Необходимое количество емкостных аппаратов периодического действия  $n$  определяют по формуле

$$n = \frac{G}{k \cdot V}, \quad (1.99)$$

где  $G$  – количество продукта,  $\text{м}^3$ ;  $k$  – коэффициент заполнения аппарата;  $V$  – объем стандартного аппарата,  $\text{м}^3$ .

Необходимое количество емкостных аппаратов непрерывного действия  $n$  рассчитывают по формуле

$$n = \frac{G \cdot t}{k \cdot V}, \quad (1.100)$$

где  $G$  – расход продукта,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  $t$  – время пребывания продукта в аппарате, ч.

Подбор остального оборудования непрерывного действия осуществляют исходя из его производительности с учетом часового расхода продукта ( $\text{м}^3/\text{ч}$  или  $\text{кг}/\text{ч}$ ) и времени работы оборудования (не менее 5–6 ч), которое зависит от его использования в производстве различных молочных продуктов или его повторного использования на одной и той же операции, а также цикла работы предприятия (число смен и их продолжительность).

Следует учитывать, что производительность оборудования для очистки и нормализации молока должна соответствовать производительности пастеризационно-охладительной установки.

## 2. ТЕХНОЛОГИЯ ХЛЕБА И ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

### 2.1. Технологическая схема производства

Технологический процесс получения заварного хлеба включает следующие операции: приемка и подготовка сырья, приготовление теста, разделка теста, выпечка, охлаждение.

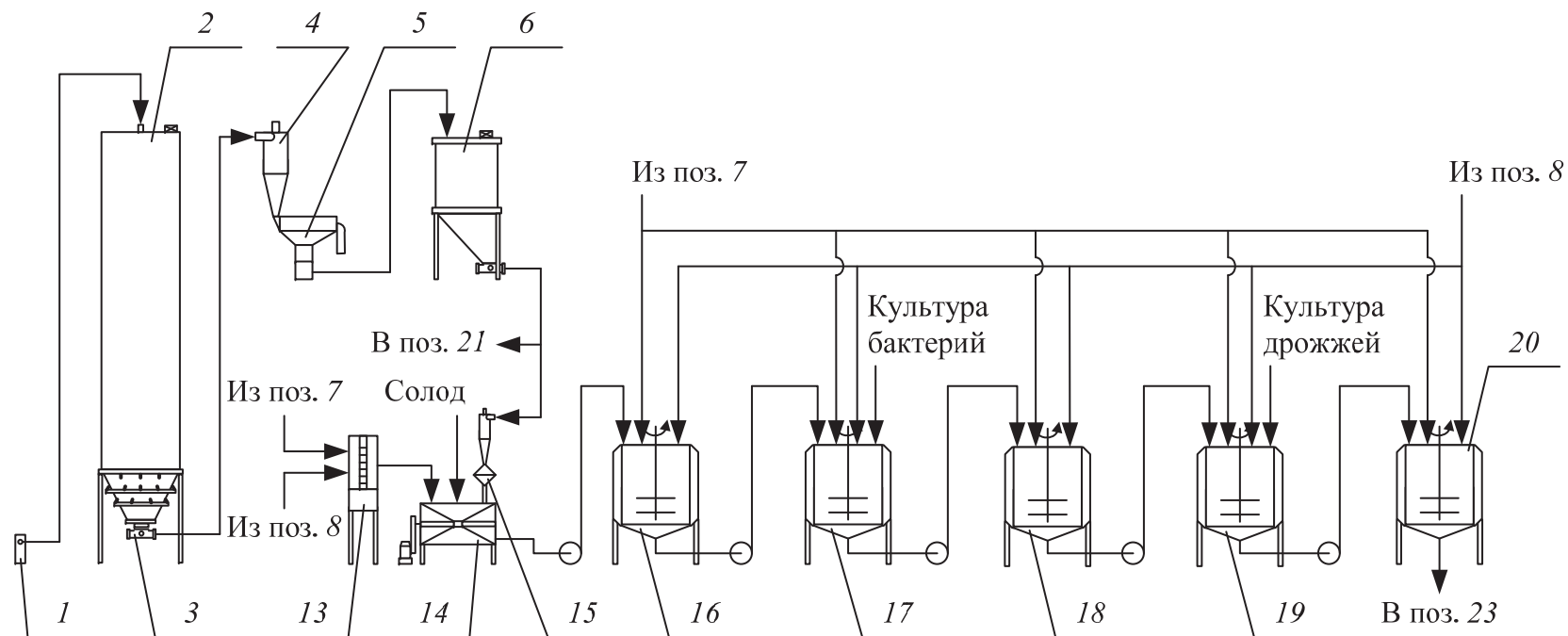
Муку на предприятие доставляют автомуковозы вместимостью до 8 т, оборудованные пневматическими устройствами. Через приемный щиток (1) мука (пшеничная, ржаная) подается по материалопроводу в соответствующий силос (2) для хранения (рис. 2.1).

Программу расхода муки из силосов задает производственная лаборатория цеха на основе опытных выпечек хлеба из смеси муки различных партий. Из силосов с помощью роторных питателей (3) мука подается на просеиватель (5), где смешиваются разные партии муки. Перед просеивателем установлен циклон-разгрузитель (4) для отделения транспортирующего воздуха от муки. Просеиватель снабжен магнитным уловителем. После просеивания и магнитной очистки через автоматические весы мука поступает в производственные бункера (6).

Вода на предприятие поступает из городской водопроводной сети в сборники прямоугольной формы (7, 8). Сборник для горячей воды (7) снабжен змеевиком для подогрева воды паром из котельной.

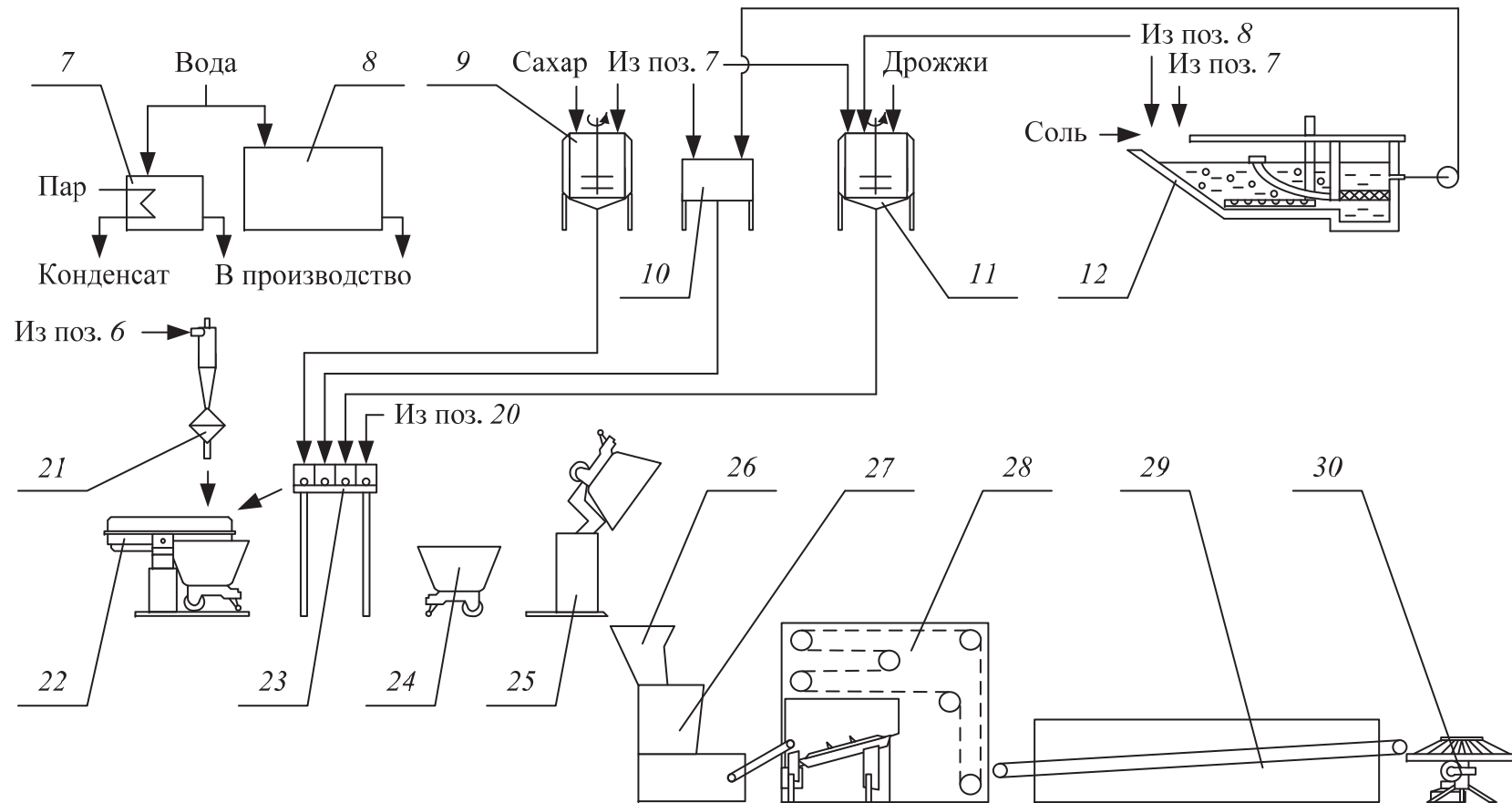
Приготовление 50%-ного раствора сахара осуществляется в сборнике (9), из которого сахарный раствор направляется через дозатор (23) в тестомесильную машину (22).

Соль хранится мокрым способом в виде 26%-ного раствора в солевом бассейне (12). Солевой бассейн служит одновременно для хранения и приготовления концентрированного раствора соли и состоит из 3 отсеков: в первом отсеке находится нерастворенная часть соли, сюда ссыпают соль, доставленную на завод. По дну отсека прокладывают перфорированные трубы из нержавеющей стали, по которым подается вода для растворения соли и воздух для барботирования раствора с целью его перемешивания. Следующие отсеки предназначены для очистки раствора соли. Солевой раствор с помощью насосов подают в расходную емкость (10), откуда он направляется через дозатор (23) в тестомесильную машину (22).



Технологическая схема производства хлеба (начало, окончание см. на с. 78):

- 1 – приемный щиток; 2 – силос; 3 – роторный питатель; 4 – циклон-разгрузитель; 5 – просеиватель;  
 6 – производственный бункер; 13 – водомерный бачок; 14 – машина для приготовления заварки;  
 15 – дозатор сыпучих компонентов; 16 – емкость для осахаривания; 17, 18 – емкости для заквашивания заварки;  
 19 – емкость для сбраживания заварки; 20 – расходная емкость



Окончание (начало см. на с. 77):

7, 8 – сборники для воды; 9 – сборник для раствора сахара; 10 – расходная емкость; 11 – сборник для дрожжевой суспензии; 12 – солевой бассейн; 21 – дозатор сыпучих компонентов; 22 – тестомесильная машина; 23 – дозировочная станция; 24 – дежа для брожения теста; 25 – дежепрокидыватель; 26 – тестопуск; 27 – тестodelитель; 28 – расстойный шкаф; 29 – печь; 30 – циркуляционный стол

Прессованные дрожжи хранятся в холодильном шкафу при температуре 0–4°C. Дрожжевая суспензия (соотношение дрожжей и воды 1 : 3) готовится при температуре воды не выше 32°C. Брусочки дрожжей освобождают от обертки, измельчают и вносят в сборник с мешалкой (11), куда подается вода.

Для получения улучшенного хлеба высокого качества используют четырехстадийную технологию приготовления теста, которая включает приготовление осахаренной заварки, заквашивание и сбраживание заварки, замес теста.

В машину для приготовления заварки (14) при вращающейся мешалке с помощью дозатора сыпучих компонентов (15) вносят муку ржаную сеянную и темперированную воду (температура 60–66°C) из водомерного бачка (13) согласно рецептуре (обычно в соотношении от 1 : 3 до 1 : 2). Смесь тщательно перемешивают. После заваривания в смесь вносят солод как источник амилолитических ферментов. Продолжительность приготовления заварки – 30–35 мин, после чего ее насосом перекачивают в емкость (16) для дальнейшего полного осахаривания и охлаждения в течение 3–4 ч.

Для заквашивания заварки в разводочном цикле используют чистую культуру термофильных молочнокислых бактерий *Lactobacillus delbrueckii*. В первую емкость для заквашивания заварки (17) подают осахаренную заварку и культуру этих бактерий. Далее половину объема заквашенной заварки передают во вторую емкость для заквашивания (18), после чего в нее добавляют осахаренную заварку. Заквашивание длится 90–120 мин при температуре 48–52°C.

Кислотность готовой заквашенной заварки 8–10°Т. Заварка должна иметь приятный аромат и сладковато-кислый вкус.

Для сбраживания заквашенной заварки в разводочном цикле используют чистые культуры дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. В емкость для сбраживания заварки (19) подают охлажденную заквашенную заварку и чистую культуру дрожжей и оставляют для сбраживания в течение 90–120 мин при температуре 28–32°C до кислотности 12–14°Т. Влажность сброженной заварки 74–77%. Половину сброженной закваски направляют в расходную емкость (20) на замес теста. Оставшуюся часть подпитывают заквашенной охлажденной заваркой и оставляют для сбраживания.

Замес теста производится из муки ржаной сеяной и муки пшеничной второго сорта, которые с помощью дозатора сухих компонентов (21) поступают в тестомесильную машину (22). Жидкие компоненты подаются через дозировочную станцию (23). Замес теста производят

до получения однородной массы, после чего шнеконасосами его подают в дежу (24) на брожение. Температура брожения 30–33°C, конечная кислотность 7–9°Т. Готовность теста определяется по кислотности и по органолептическим показателям.

Дежу (24) с выброженным тестом подкатывают к воронке тестоспуска (26) и с помощью дежеопрокидывателя (25) тесто направляется в воронку тестоделителя (27). Тестовые заготовки поступают в расстойный шкаф (28). Длительность расстойки 50–55 мин при температуре 35–40°C и относительной влажности воздуха 75–80%. Такие условия обеспечивают интенсивное брожение внутри тестовых заготовок и предотвращают образование на поверхности кусков теста высохшей пленки корочки. В результате брожения структура тестовых заготовок становится пористой, объем их увеличивается в 1,4–1,5 раза, а плотность снижается на 30–40%. Готовность кусков теста в процессе расстойки устанавливается органолептически на основании изменения объема и структурно-механических свойств расстаивающихся кусков теста.

С люлек расстойного шкафа заготовки укладываются автоматическим посадчиком на под тоннельной одноярусной термомасляной печи (29). Температура в центре мякиша в конце выпечки должна составлять 96–97°C. Готовность изделий определяется органолептически по следующим признакам: цвету корки, состоянию мякиша, относительной массе. Выпечка длится 38–42 мин, на выходе из печи имеется поливочное устройство.

Выпеченные изделия с пода печи падают на циркуляционный стол (30), откуда – на упаковку.

## 2.2. Материальные расчеты

Материальные расчеты предусматривают определение расхода сырья и полуфабрикатов для приготовления теста, выхода теста и готового изделия.

### **Исходные данные:**

– производительность линии, кг/сут.

На предприятиях большой мощности для выработки широкого ассортимента хлебобулочных изделий используются поточно-механизированные линии, включающие оборудование для приготовления и разделки теста и выпечки хлеба.

Основным технологическим оборудованием, определяющим производительность хлебозавода, является хлебопекарная печь. В зави-



симости от ассортимента вырабатываемых хлебобулочных изделий применяют печи универсальные (для производства широкого ассортимента изделий) и специальные (для производства одного или нескольких сортов изделий).

### 2.2.1. Расчет производительности печи

Часовую производительность печи  $\Pi_{\text{ч}}$  (кг/ч) (для печей с конвейерным подом) определяют по формуле

$$\Pi_{\text{ч}} = \frac{n \cdot g \cdot 60}{t_{\text{вып}}}, \quad (2.1)$$

где  $n$  – количество изделий на поду, шт.;  $g$  – масса изделия, кг; 60 – коэффициент перевода минут в часы;  $t_{\text{вып}}$  – время выпечки изделия, мин.

Количество изделий на поду печи  $n$  (шт.) находят по формуле

$$n = n_1 \cdot n_2, \quad (2.2)$$

где  $n_1$  – количество изделий по ширине пода печи, шт.;  $n_2$  – количество изделий по длине пода печи, шт.

Количество изделий по ширине пода печи  $n_1$  (шт.):

$$n_1 = \frac{B - a}{l + a}, \quad (2.3)$$

где  $B$  – ширина пода печи, мм;  $a$  – величина зазора между изделиями, мм;  $l$  – длина изделия, мм.

Количество изделий по длине пода печи  $n_2$  (шт.):

$$n_2 = \frac{L - a}{b + a}, \quad (2.4)$$

где  $L$  – длина пода печи, мм;  $b$  – ширина изделия, мм.

Суточную производительность печи  $\Pi_{\text{сут}}$  (кг/сут) определяют по формуле

$$\Pi_{\text{сут}} = \Pi_{\text{ч}} \cdot t, \quad (2.5)$$

где  $t$  – время работы печи в сутки при выпечке данного вида изделия, ч/сут.

### 2.2.2. Расчет выхода готового изделия

**Выход хлеба** – это количество готовой продукции, получаемой из 100 кг муки и другого сырья, вносимого в соответствии с рецептурой,

где указываются нормы расхода сырья (кг) на 100 кг муки для производства данного вида изделия (табл. 2.1).

Таблица 2.1

**Унифицированная рецептура хлебобулочного изделия**

Наименование сырья	Влажность сырья, %	Расход сырья на 100 кг муки, кг
<b>Ржано-пшеничный хлеб*</b>		
Мука ржаная сеяная	14,5	$m_{рж.с}$
Мука ржаная обдирная	14,5	$m_{рж.об}$
Мука пшеничная 1-го сорта	14,5	$m_{пш}$
Солод ржаной сухой	10,0	$m_{солода}$
Сахар-песок	0,15	$m_{сахара}$
Соль поваренная пищевая	3,5	$m_{соли}$
Дрожжи хлебопекарные прессованные	75,0	$m_{др}$
Различные добавки		$m_{доб}$
<i>Итого</i>		$\Sigma$
<b>Пшеничный хлеб*</b>		
Мука пшеничная высшего сорта	14,5	$m_{пш}$
Сахар-песок	0,15	$m_{сахара}$
Соль поваренная пищевая	3,5	$m_{соли}$
Дрожжи хлебопекарные прессованные	75,0	$m_{др}$
Маргарин	16,0	$m_{марг}$
Различные добавки		$m_{доб}$
<i>Итого</i>		$\Sigma$

\* Для ржано-пшеничного хлеба  $m_{рж.с} + m_{рж.об} + m_{пш} = 100$  кг; для пшеничного хлеба  $m_{пш} = 100$  кг.

Выход хлеба обусловлен выходом теста и технологическими затратами и потерями и определяется по формуле:

$$V_{\text{хлеба}} = V_{\text{теста}} \cdot \left(1 - \frac{Z_{\text{бр}}}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{Z_{\text{разд}}}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{Z_{\text{уп}}}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{Z_{\text{ус}}}{100}\right) \times \\ \times \left(1 - \frac{П_{\text{м}}}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{П_{\text{т.мех}}}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{П_{\text{кр}}}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{П_{\text{шт}}}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{П_{\text{пер.бр}}}{100}\right), \quad (2.6)$$

где  $V_{\text{хлеба}}$  – выход хлеба из 100 кг муки и другого сырья, кг;  $V_{\text{теста}}$  – выход теста из 100 кг муки и другого сырья, кг;  $Z_{\text{бр}}$  – затраты сухого вещества при брожении полуфабрикатов (опары, теста, заквасок и др.), %;  $Z_{\text{разд}}$  – затраты муки при разделке, %;  $Z_{\text{уп}}$  – затраты при упеке хлеба, %;  $Z_{\text{ус}}$  – затраты при усушке хлеба, %;  $П_{\text{м}}$  – потери муки до начала замеса полуфабрикатов, %;  $П_{\text{т.мех}}$  – механические потери теста

от стадии замеса до посадки тестовых заготовок в печь, %;  $P_{кр}$  – потери в виде крошек и лома хлеба, %;  $P_{шт}$  – потери от неточности массы штучного хлеба, %;  $P_{пер.бр}$  – потери при переработке брака хлеба, %.

$$Z_{бр} = 1,5-3,0\%; Z_{разд} = 0,6\%; Z_{уп} = 5-14\%; Z_{ус} = 2-4\%;$$

$$P_{м} = 0,03\% \text{ – при бестарном хранении муки};$$

$P_{т.мех} = 0,06\%$  – для тестомесильных машин периодического действия);  $0,03\%$  – для тестоприготовительных агрегатов непрерывного действия);

$$P_{кр} = 0,02-0,03\%; P_{шт} = 0,4-1,0\%; P_{пер.бр} = 0,02\%.$$

Выход теста из 100 кг муки и другого сырья  $V_{теста}$  (кг) рассчитывается по формуле

$$V_{теста} = \sum m_c \cdot \frac{100 - W_{ср}}{100 - W_{теста}}, \quad (2.7)$$

где  $\sum m_c$  – суммарная масса сырья по рецептуре, кг;  $W_{ср}$  – средневзвешенная влажность сырья, %;  $W_{теста}$  – влажность теста, %.

Средневзвешенная влажность сырья  $W_{ср}$ , %:

$$W_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot W_i}{\sum_{i=1}^n m_i}, \quad (2.8)$$

где  $m_i$  – масса  $i$ -го компонента сырья по рецептуре, кг;  $W_i$  – влажность  $i$ -го компонента сырья, %.

Влажность теста  $W_{теста}$ , %:

$$W_{теста} = W_{хлеба} + K, \quad (2.9)$$

где  $W_{хлеба}$  – влажность готового изделия, %;  $K$  – коэффициент отклонения влажности теста от влажности мякиша, % ( $K = 0,5-1,0\%$ ).

### 2.2.3. Способы приготовления пшеничного и ржаного теста

Способы приготовления пшеничного и ржаного теста различаются, что обусловлено отличиями в хлебопекарных свойствах пшеничной и ржаной муки.

#### Способы приготовления пшеничного теста.

1) Безопарный способ – смешивают сразу все сырье, предусмотренное рецептурой. Продолжительность брожения теста – 2,5 ч.

2) Опарный способ – тесто готовят в два этапа: приготовление опары и приготовление теста. Для *опары* используют часть муки,

часть воды и все количество дрожжей, предусмотренное рецептурой. Продолжительность брожения опары – 3,0–4,5 ч.

При замесе *теста* к опаре добавляют оставшуюся муку, воду и все остальное сырье. Продолжительность брожения теста – 1,0–1,5 ч.

В зависимости от количества муки и воды, взятых для приготовления, опары бывают густыми, жидкими и большими густыми.

3) С применением *заварок* – водно-мучных смесей, в которых крахмал муки в значительной степени клейстеризован. Неосахаренные заварки добавляют в опару или тесто. Их получают путем заваривания смеси пшеничной муки и воды (в соотношении 1,0 : 2,5–3,0) при температуре 63–65°C.

4) На жидких дрожжах и заквасках – их можно использовать для приготовления пшеничного теста как безопарным, так и опарным способом.

Для приготовления *жидких заквасок* используют осахаренную заварку – водно-мучную смесь с добавлением ферментных препаратов или солода, выдержанную при температуре 62–65°C в течение 2–4 ч для амилолиза крахмала. К осахаренной заварке добавляют чистые культуры молочнокислых бактерий (в разводочном цикле) или часть производственной закваски предыдущего приготовления (в производственном цикле) для молочнокислого брожения при температуре 45–50°C в течение 2–3 ч. В результате получают заквашенную заварку или жидкую закваску.

Для приготовления *жидких дрожжей* используют заквашенную заварку, куда добавляют дрожжи для спиртового брожения при температуре 28–30°C в течение 2–3 ч. В результате получают сброженную заварку или жидкие дрожжи. Их можно применять в смеси с прессованными.

#### **Способы приготовления ржаного теста.**

Ржаное тесто готовят на заквасках. *Закваска* – это порция спелого теста, содержащая в определенном соотношении молочнокислые бактерии и дрожжи. В зависимости от содержания влаги закваски могут быть густыми и жидкими, содержащими соответственно 50–60% и 70–80% влаги.

В приготовлении теста различают два цикла – разводочный и производственный. *Разводочный цикл* – это процесс приготовления новой закваски с использованием чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий. Он применяется, если качество имеющейся производственной закваски не соответствует норме. Новую закваску готовят в три этапа: получение дрожжевой, промежуточной и исходной закваски.

При этом на каждом этапе готовят тесто из муки и воды и подвергают его брожению при температуре 25–28°C, в результате чего происходит размножение микроорганизмов и увеличение объема закваски.

**Производственный цикл** – это процесс приготовления производственной закваски и теста с использованием исходной закваски. Для этого к исходной закваске добавляют тесто из муки и воды и подвергают ее брожению при температуре 28°C в течение 3,5–4,0 ч. Производственную закваску делят на две части, одну (2/3 общего объема) из которых используют для приготовления теста, а вторую (1/3 общего объема) – для возобновления производственной закваски, добавляя в нее муку и воду и подвергая брожению. Далее закваску снова делят на две части и производственный цикл повторяется.

При приготовлении теста к производственной закваске добавляют все остальное сырье, затем происходит брожение теста при температуре 28–30°C в течение 1,0–1,5 ч.

В хлебопечении применяется несколько технологических схем приготовления ржаного теста на заквасках (Саратовская, Ивановская, универсальная), отличающихся составом бродильной микробиоты, технологией разводочного цикла и составом питательной среды для производственной закваски.

Так, в разводочном цикле и для приготовления производственной закваски и теста в состав питательной среды может входить осахаренная заварка. Тогда приготовление производственной закваски осуществляется по схеме: осахаренная заварка → заквашенная заварка → сброженная заварка (закваска). При этом для получения новой порции заквашенной и сброженной заварки используется 1/2 часть этих заварок предыдущего приготовления.

Для замеса и брожения пшеничного и ржаного теста применяются тестоприготовительные агрегаты периодического и непрерывного действия.

Тестомесильные машины **периодического действия** предназначены для порционного замеса и брожения полуфабрикатов и теста в подкатных дежах.

К тестоприготовительным агрегатам **непрерывного действия** относятся агрегаты бункерного типа, состоящие из емкости для замеса теста и шестисекционного бункера для брожения теста с непрерывным перемещением теста из одной секции в другую. Для опарного способа приготовления теста агрегат включает емкость для замеса опары, шестисекционный бункер для брожения опары, емкости для замеса и брожения теста.

#### 2.2.4. Расчет расхода сырья и полуфабрикатов для приготовления пшеничного теста опарным способом

Часовой расход муки для приготовления теста  $M_{\text{ч}}$  (кг/ч):

$$M_{\text{ч}} = \frac{P_{\text{ч}} \cdot 100}{V_{\text{хлеба}}}, \quad (2.10)$$

где  $P_{\text{ч}}$  – часовая производительность печи, кг/ч; 100 – масса муки по рецептуре, кг;  $V_{\text{хлеба}}$  – выход хлеба из 100 кг муки и другого сырья, кг.

Количество муки, необходимое для одного замеса теста в деже или емкости для замеса теста,  $M_{\text{дежи}}$  (кг):

$$M_{\text{дежи}} = \frac{V \cdot q}{100}, \quad (2.11)$$

где  $V$  – объем дежи или емкости для замеса теста, л;  $q$  – норма загрузки муки на 100 л объема дежи или емкости для замеса теста, кг.

Количество замесов в час  $N_{\text{зам}}$ :

$$N_{\text{зам}} = \frac{M_{\text{ч}}}{M_{\text{дежи}}}. \quad (2.12)$$

Уточненное количество муки на один замес теста в деже или емкости для замеса теста с учетом округления рассчитанного количества замесов в час до целого числа,  $M_{1\text{зам}}$  (кг):

$$M_{1\text{зам}} = \frac{M_{\text{ч}}}{N_{\text{зам}}}, \quad (2.13)$$

#### Приготовление одного замеса опары.

Количество муки пшеничной высшего сорта  $M_{\text{опара}}$  (кг):

$$M_{\text{опара}} = \frac{M_{1\text{зам}} \cdot P_{\text{м.опара}}}{100}, \quad (2.14)$$

где  $P_{\text{м.опара}}$  – расход муки для приготовления опары, кг на 100 кг муки; 100 – масса муки по рецептуре, кг;

Количество дрожжевой суспензии  $P_{\text{дс}}$  (кг):

$$P_{\text{дс}} = \frac{M_{1\text{зам}} \cdot m_{\text{др}} \cdot (1 + a)}{100}, \quad (2.15)$$

где  $m_{\text{др}}$  – масса дрожжей по рецептуре, кг;  $a$  – степень разведения дрожжей с водой (1 :  $a$ ).

Влажность дрожжевой суспензии  $W_{дс}$  (%):

$$W_{дс} = \frac{m_{др} \cdot W_{др} / 100 + m_{в}}{m_{др} + m_{в}} \cdot 100, \quad (2.16)$$

где  $W_{др}$  – влажность дрожжей, %;  $m_{в}$  – масса воды, кг.

Расчетные данные расхода сырья для приготовления одного замеса опары сводят в табл. 2.2.

Таблица 2.2

**Расход сырья на один замес опары**

Наименование сырья	Расход сырья, кг	Влажность сырья, %	Содержание сухих веществ в сырье, %	Масса, кг	
				Влага	СВ
Мука пшеничная в/с	$M_{опара}$	14,5	85,5	*	*
Дрожжевая суспензия	$P_{дс}$	93,75	6,25	*	*
<i>Итого</i>	$\Sigma$	**	**	$\Sigma$	$\Sigma$
Вода	$P_{в.опара}$	100,0	–	$P_{в.опара}$	–
<i>Всего</i>	$V_{опары}$	$W_{опары}$	$(100 - W_{опары})$	$\Sigma$	$\Sigma$

*Примечание.* СВ – сухие вещества; \* – массу влаги (сухих веществ) определяют путем умножения массы сырья на его влажность (содержание СВ) и деления на 100; \*\* – влажность всего сырья (содержание СВ) находят путем деления суммы массы влаги (сухих веществ) на массу всего сырья и умножения на 100.

Выход опары  $V_{опары}$  (кг):

$$V_{опары} = \frac{\Sigma СВ \cdot 100}{100 - W_{опары}}, \quad (2.17)$$

где  $\Sigma СВ$  – суммарная масса сухих веществ сырья, кг (из табл. 2.2);  $W_{опары}$  – влажность опары, %.

Количество воды на замес опары  $P_{в.опара}$  (кг):

$$P_{в.опара} = V_{опары} - (M_{опара} + P_{дс}). \quad (2.18)$$

Проверяем влажность опары  $W_{опары}$  (%):

$$W_{опары} = \frac{P_{в.опара} + P_{в.сырья}}{V_{опары}} \cdot 100, \quad (2.19)$$

где  $P_{в.сырья}$  – масса влаги в сырье, кг.

**Приготовление одного замеса теста.**

Количество муки пшеничной высшего сорта  $M_{тесто}$  (кг):

$$M_{\text{тесто}} = \frac{M_{\text{зам}} \cdot P_{\text{м.тесто}}}{100}, \quad (2.20)$$

где  $P_{\text{м.тесто}}$  – расход муки для приготовления теста, кг на 100 кг муки.

Количество раствора сахара  $P_{\text{сахара}}$  (кг):

$$P_{\text{сахара}} = \frac{M_{\text{зам}} \cdot m_{\text{сахара}}}{A}, \quad (2.21)$$

где  $m_{\text{сахара}}$  – масса сахара по рецептуре, кг;  $A$  – содержание сахара в растворе, % ( $A = 50\%$ ).

Количество раствора соли  $P_{\text{соли}}$  (кг):

$$P_{\text{соли}} = \frac{M_{\text{зам}} \cdot m_{\text{соли}}}{A}, \quad (2.22)$$

где  $m_{\text{соли}}$  – масса соли по рецептуре, кг;  $A$  – содержание соли в растворе, % ( $A = 26\%$ ).

Количество маргарина  $P_{\text{марг}}$  (кг):

$$P_{\text{марг}} = \frac{M_{\text{зам}} \cdot m_{\text{марг}}}{100}, \quad (2.23)$$

где  $m_{\text{марг}}$  – масса маргарина по рецептуре, кг.

Количество различных добавок  $P_{\text{доб}}$  (кг) определяют аналогично формуле (2.23), учитывая их массу по рецептуре  $m_{\text{доб}}$  (кг).

Расчетные данные расхода сырья и полуфабрикатов для приготовления одного замеса теста сводят в табл. 2.3.

Таблица 2.3

**Расход сырья и полуфабрикатов на один замес теста**

Наименование сырья и полуфабрикатов	Расход, кг	Влажность, %	Содержание СВ, %	Масса, кг	
				Влага	СВ
Мука пшеничная в/с	$M_{\text{тесто}}$	14,5	85,5	*	*
Раствор сахара	$P_{\text{сахара}}$	50,0	50,0	*	*
Раствор соли	$P_{\text{соли}}$	74,0	26,0	*	*
Маргарин	$P_{\text{марг}}$	16,0	84,0	*	*
Различные добавки	$P_{\text{доб}}$			*	*
Опара	$V_{\text{опары}}$	$W_{\text{опары}}$	$(100 - W_{\text{опары}})$	***	***
<i>Итого</i>	$\Sigma$	**	**	$\Sigma$	$\Sigma$
Вода	$P_{\text{в.тесто}}$	100,0	–	$P_{\text{в.тесто}}$	–
<i>Всего</i>	$V_{\text{теста}}$	$W_{\text{теста}}$	$(100 - W_{\text{теста}})$	$\Sigma$	$\Sigma$

*Примечание.* СВ – сухие вещества; \* – массу влаги (сухих веществ) определяют путем умножения массы сырья на его влажность (содержание СВ) и деления на 100; \*\* – влажность всего сырья (содержание СВ) находят путем деления суммы массы влаги или сухих веществ на массу всего сырья и умножения на 100; \*\*\* – данные из табл. 2.2.



Выход теста  $V_{\text{теста}}$  (кг):

$$V_{\text{теста}} = \frac{\sum CB \cdot 100}{100 - W_{\text{теста}}}, \quad (2.24)$$

где  $\sum CB$  – суммарная масса сухих веществ сырья и полуфабрикатов, кг (из табл. 2.3);  $W_{\text{теста}}$  – влажность теста, %.

Количество воды на замес теста  $P_{\text{в.тесто}}$  (кг):

$$P_{\text{в.тесто}} = V_{\text{теста}} - (M_{\text{тесто}} + P_{\text{сахара}} + P_{\text{соли}} + P_{\text{марг}} + P_{\text{доб}} + V_{\text{опары}}). \quad (2.25)$$

Проверяем влажность теста  $W_{\text{теста}}$  (%):

$$W_{\text{теста}} = \frac{P_{\text{в.тесто}} + P_{\text{в.сырья}}}{V_{\text{теста}}} \cdot 100, \quad (2.26)$$

Сводная (производственная) рецептура приготовления одного замеса пшеничного теста опарным способом представлена в табл. 2.4.

Таблица 2.4

**Рецептура приготовления одного замеса пшеничного теста опарным способом**

Наименование сырья	Расход сырья, кг	
	Опара	Тесто
Мука пшеничная в/с	$M_{\text{опара}}$	$M_{\text{тесто}}$
Дрожжевая суспензия	$P_{\text{дс}}$	–
Раствор сахара	–	$P_{\text{сахара}}$
Раствор соли	–	$P_{\text{соли}}$
Маргарин	–	$P_{\text{марг}}$
Различные добавки	–	$P_{\text{доб}}$
Вода	$P_{\text{в.опара}}$	$P_{\text{в.тесто}}$
<i>Итого</i>	$\Sigma$	$\Sigma$

Выход хлеба, получаемого из одного замеса теста  $V_{\text{хлеба}}^{\text{зам}}$  (кг):

$$V_{\text{хлеба}}^{\text{зам}} = \frac{V_{\text{теста}}^{\text{зам}} \cdot V_{\text{хлеба}}}{V_{\text{теста}}}, \quad (2.27)$$

где  $V_{\text{хлеба}}$  – выход хлеба из 100 кг муки и другого сырья, кг;  $V_{\text{теста}}$  – выход теста из 100 кг муки и другого сырья, кг.

Проверяем рассчитанную выше часовую производительность печи  $\Pi_{\text{ч}}$  (кг/ч):

$$\Pi_{\text{ч}} = V_{\text{хлеба}}^{\text{зам}} \cdot N_{\text{зам}}, \quad (2.28)$$

где  $N_{\text{зам}}$  – количество замесов в час.

### Суточный расход сырья.

Суточный расход сырья  $P_i^{\text{сут}}$  (кг/сут) определяют по формуле

$$P_i^{\text{сут}} = \frac{P_{\text{сут}} \cdot m_i^c}{V_{\text{хлеба}}}, \quad (2.29)$$

где  $P_{\text{сут}}$  – суточная производительность печи, кг/сут;  $m_i^c$  – масса  $i$ -го компонента сырья по рецептуре, кг;  $V_{\text{хлеба}}$  – выход хлеба из 100 кг муки и другого сырья, кг.

Расход сырья с учетом норм запаса  $P_i^{\text{зап}}$  (кг):

$$P_i^{\text{зап}} = P_i^{\text{сут}} \cdot N_{\text{зап}}, \quad (2.30)$$

где  $N_{\text{зап}}$  – норма запаса компонента сырья на предприятии, сут.

Расчетные данные суточного расхода сырья сводят в табл. 2.5.

Таблица 2.5

#### Суточный расход сырья

Наименование сырья	Суточный расход сырья, кг/сут	Норма запаса, сут	Расход сырья с учетом норм запаса, кг
Мука пшеничная в/с		7	
Сахар-песок		15	
Соль поваренная пищевая		15	
Дрожжи хлебопекарные прессованные		3	
Маргарин		5	
Различные добавки		15	

Материальный баланс производства пшеничного хлеба представлен в табл. 2.6.

Таблица 2.6

#### Материальный баланс производства пшеничного хлеба

Приход		Расход	
Наименование компонентов	Количество, кг/сут	Наименование компонентов	Количество, кг/сут
Мука пшеничная высшего сорта		Готовая продукция	$P_{\text{сут}}$
Сахар-песок		Затраты сухого вещества при брожении опары и теста	$Z_{\text{бр}}$
Соль поваренная пищевая		Затраты муки при разделке	$Z_{\text{разд}}$

Приход		Расход	
Наименование компонентов	Количество, кг/сут	Наименование компонентов	Количество, кг/сут
Дрожжи хлебопекарные прессованные		Затраты при упеке хлеба	$Z_{уп}$
Маргарин		Затраты при усушке хлеба	$Z_{ус}$
Различные добавки		Потери муки до начала замеса опары и теста	$P_M$
Вода		Механические потери теста от стадии замеса до посадки тестовых заготовок в печь	$P_{т.мех}$
		Потери в виде крошек и лома хлеба	$P_{кр}$
		Потери от неточности массы штучного хлеба	$P_{шт}$
		Потери при переработке брака хлеба	$P_{пер.бр}$
<i>Итого</i>	$T_{сут}$	<i>Итого:</i>	

*Примечание.* Технологические затраты  $Z$  (кг/сут) и потери  $P$  (кг/сут) вычисляют путем умножения количества теста  $T_{сут}$  (кг/сут) на нормы затрат и потерь (%), указанных в формуле (2.6).

### 2.2.5. Расчет расхода сырья и полуфабрикатов для приготовления ржаного теста на закваске

Кроме рецептуры хлебобулочного изделия, приводятся еще данные по расходу сырья (кг) на 100 кг муки для приготовления закваски и теста (табл.2.7).

Таблица 2.7

#### Расход сырья для приготовления закваски и теста

Наименование сырья	Расход сырья на 100 кг муки, кг	
	Закваска	Тесто
Мука ржаная обдирная	$m_{рж.об}$	—
Мука ржаная сеяная	—	$m_{рж.с}$
Мука пшеничная 1-го сорта	—	$m_{пш}$
Сахар-песок	—	$m_{сахара}$
Соль поваренная пищевая	—	$m_{соли}$
Дрожжи хлебопекарные прессованные	—	$m_{др}$
Различные добавки	—	$m_{доб}$
Вода	$m_{в.закв}$	По расчету

Наименование сырья	Расход сырья на 100 кг муки, кг	
	Закваска	Тесто
Закваска*	$1/3 m_{\text{закв.пред}}$	$2/3 m_{\text{закв}}^{**}$
<i>Итого</i>	$m_{\text{закв}}$	–

\* С учетом использования 2/3 производственной закваски для приготовления теста, а 1/3 – для возобновления производственной закваски; \*\*  $2/3 m_{\text{закв}} = (m_{\text{рж.об}} + m_{\text{в.закв}})$ ;  $m_{\text{закв.пред}}$  – закваска предыдущего приготовления.

Расчеты часового расхода муки для приготовления теста  $M_{\text{ч}}$  (кг/ч), количества муки для одного замеса теста в деже или емкости для замеса теста  $M_{1\text{зам}}$  (кг) и количества замесов в час  $N_{\text{зам}}$  проводят по формулам (2.10)–(2.13).

#### Приготовление одной порции закваски.

Количество муки ржаной обдирной  $M_{\text{рж.об}}$  (кг):

$$M_{\text{рж.об}} = \frac{M_{1\text{зам}} \cdot m_{\text{рж.об}}}{100}, \quad (2.31)$$

где  $m_{\text{рж.об}}$  – масса муки ржаной обдирной для приготовления закваски, кг на 100 кг муки.

Количество воды для приготовления закваски  $P_{\text{в.закв}}$  (кг):

$$P_{\text{в.закв}} = \frac{M_{1\text{зам}} \cdot m_{\text{в.закв}}}{100}, \quad (2.32)$$

где  $m_{\text{в.закв}}$  – масса воды для приготовления закваски, кг на 100 кг муки.

Расчетные данные расхода сырья для приготовления одной порции закваски сводят в табл. 2.8.

Выход закваски  $V_{\text{закв}}$  (кг) проверяют аналогично формуле (2.24), влажность закваски  $W_{\text{закв}}$  (%) – по формуле (2.26).

Таблица 2.8

#### Расход сырья на одну порцию закваски

Наименование сырья	Расход сырья, кг	Влажность сырья, %	Содержание сухих веществ в сырье, %	Масса, кг	
				Влага	СВ
Мука ржаная обдирная	$M_{\text{рж.об}}$	14,5	85,5	*	*
Вода	$P_{\text{в.закв}}$	100,0	–	$P_{\text{в.закв}}$	–
<i>Итого</i>	$V_{\text{закв}}$	$W_{\text{закв}}$	$(100 - W_{\text{закв}})$	$\Sigma$	$\Sigma$

*Примечание.* СВ – сухие вещества; \* – массу влаги (сухих веществ) определяют путем умножения массы сырья на его влажность (содержание СВ) и деления на 100.

### Приготовление одного замеса теста.

Количество муки ржаной сеяной  $M_{\text{рж.с}}$  (кг):

$$M_{\text{рж.с}} = \frac{M_{\text{1зам}} \cdot m_{\text{рж.с}}}{100}, \quad (2.33)$$

где  $m_{\text{рж.с}}$  – масса муки ржаной сеяной для приготовления теста, кг на 100 кг муки.

Количество муки пшеничной 1-го сорта  $M_{\text{пш}}$  (кг):

$$M_{\text{пш}} = \frac{M_{\text{1зам}} \cdot m_{\text{пш}}}{100}, \quad (2.34)$$

где  $m_{\text{пш}}$  – масса муки пшеничной 1-го сорта для приготовления теста, кг на 100 кг муки.

Количество дрожжевой суспензии  $P_{\text{дс}}$  (кг), раствора сахара  $P_{\text{сахара}}$  (кг), раствора соли  $P_{\text{соли}}$  (кг), различных добавок  $P_{\text{доб}}$  (кг) определяют соответственно по формулам (2.15), (2.21)–(2.23).

Расчетные данные расхода сырья и полуфабрикатов для приготовления одного замеса теста сводят в табл. 2.9.

Выход теста  $V_{\text{теста}}$  (кг) определяют по формуле (2.24).

Количество воды на замес теста  $P_{\text{в.тесто}}$  (кг):

$$P_{\text{в.тесто}} = V_{\text{теста}} - (M_{\text{рж.с}} + M_{\text{пш}} + P_{\text{сахара}} + P_{\text{соли}} + P_{\text{дс}} + P_{\text{доб}} + V_{\text{закв}}). \quad (2.35)$$

Влажность теста  $W_{\text{теста}}$  (%) проверяют по формуле (2.26).

Сводная рецептура приготовления одного замеса ржаного теста на закваске представлена в табл. 2.10.

Таблица 2.9

Расход сырья и полуфабрикатов на один замес теста

Наименование сырья и полуфабрикатов	Расход, кг	Влажность, %	Содержание СВ, %	Масса, кг	
				Влага	СВ
Мука ржаная сеяная	$M_{\text{рж.с}}$	14,5	85,5	*	*
Мука пшеничная 1-го сорта	$M_{\text{пш}}$	14,5	85,5	*	*
Раствор сахара	$P_{\text{сахара}}$	50,0	50,0	*	*
Раствор соли	$P_{\text{соли}}$	74,0	26,0	*	*
Дрожжевая суспензия	$P_{\text{дс}}$	93,75	6,25	*	*
Различные добавки	$P_{\text{доб}}$			*	*
Закваска	$V_{\text{закв}}$	***	$(100 - W_{\text{закв}})$	***	***
<i>Итого</i>	$\Sigma$	**	**	$\Sigma$	$\Sigma$

Наименование сырья и полуфабрикатов	Расход, кг	Влажность, %	Содержание СВ, %	Масса, кг	
				Влага	СВ
Вода	$P_{в.тесто}$	100,0	–	$P_{в.тесто}$	–
<i>Всего</i>	$V_{теста}$	$W_{теста}$	$(100 - W_{теста})$	$\Sigma$	$\Sigma$

*Примечание.* СВ – сухие вещества; \* – массу влаги (сухих веществ) определяют путем умножения массы сырья на его влажность (содержание СВ) и деления на 100; \*\* – влажность всего сырья (содержание СВ) находят путем деления суммы массы влаги (сухих веществ) на массу всего сырья и умножения на 100; \*\*\* – данные из табл. 2.8.

Таблица 2.10

### Рецептура приготовления одного замеса ржаного теста на закваске

Наименование сырья	Расход сырья, кг	
	Закваска	Тесто
Мука ржаная обдирная	$M_{рж.об}$	–
Мука ржаная сеяная	–	$M_{рж.с}$
Мука пшеничная 1-го сорта	–	$M_{пш}$
Раствор сахара	–	$P_{сахара}$
Раствор соли	–	$P_{соли}$
Дрожжевая суспензия	–	$P_{дс}$
Различные добавки	–	$P_{доб}$
Вода	$P_{в.закв}$	$P_{в.тесто}$
<i>Итого</i>	$\Sigma$	$\Sigma$

Выход хлеба, получаемого из одного замеса теста  $V_{хлеба}^{зам}$  (кг), определяют по формуле (2.27).

Расчитанную ранее часовую производительность печи  $\Pi_{ч}$  (кг/ч) проверяют по формуле (2.28).

Суточный расход сырья  $P_i^{сут}$  (кг/сут) и расход сырья с учетом норм запаса  $P_i^{зап}$  (кг) определяют соответственно по формулам (2.29) и (2.30).

Расчетные данные суточного расхода сырья сводят в табл. 2.5.

Материальный баланс производства ржаного хлеба представляют в виде табл. 2.6.

#### 2.2.6. Расчет расхода сырья и полуфабрикатов для приготовления ржаного теста с применением осахаренной заварки

Питательной средой для производственной закваски является осахаренная заварка. Приготовление производственной закваски осу-

щественляется по схеме: осажаренная заварка → заавашенная заварка → → сбраженная заварка (зааваска).

Кроме рецептуры хлебобулочного изделия, приводятся еще данные по расходу сырья (кг) на 100 кг муки для приготовления заварки и теста (табл. 2.11).

Таблица 2.11

**Расход сырья для приготовления заварки и теста**

Наименование сырья	Расход сырья на 100 кг муки, кг			
	Заварка осажаренная	Заварка заавашенная	Заварка сбраженная	Тесто
Мука ржаная сеяная	$m_{рж.зав}$	—	—	$m_{рж.тесто}$
Мука пшеничная 1/с	—	—	—	$m_{пш}$
Солод ржаной сухой	$m_{солода}$	—	—	—
Сахар-песок	—	—	—	$m_{сахара}$
Соль поваренная пищевая	—	—	—	$m_{соли}$
Дрожжи хлебопекарные прессованные	—	—	—	$m_{др}$
Различные добавки	—	—	—	$m_{доб}$
Вода	$m_{в.зав}$	—	—	по расчету
Заварка осажаренная	—	$m_{зав.ос}$	—	—
Заварка заавашенная*	—	$1/2 m_{зав.пред}$	$1/2 m_{зав.завк}$	—
Заварка сбраженная*	—	—	$1/2 m_{зав.пред}$	$1/2 m_{зав.сброж}$
<i>Итого</i>	$m_{зав.ос}^{**}$	$m_{зав.завк}$	$m_{зав.сброж}$	—

*Примечание.* \* – с учетом использования 1/2 заавашенной и 1/2 сбраженной заварки соответственно для приготовления сбраженной заварки и теста, а 1/2 этих зааварок – для их возобновления; \*\* –  $m_{зав.ос} = 1/2 m_{зав.пред}$ ;  $m_{зав.пред}$  – заварка предыдущего приготовления.

Расчеты часового расхода муки для приготовления теста  $M_{ч}$  (кг/ч), количества муки для одного замеса теста в деже или емкости для замеса теста  $M_{1зам}$  (кг) и количества замесов в час  $N_{зам}$  проводят по формулам (2.10)–(2.13).

**Приготовление одной порции осажаренной заварки.**

Количество муки ржаной сеяной  $M_{рж.зав}$  (кг):

$$M_{рж.зав} = \frac{M_{1зам} \cdot m_{рж.зав}}{100}, \quad (2.36)$$

где  $m_{рж.зав}$  – масса муки ржаной сеяной для приготовления осажаренной заварки, кг на 100 кг муки.

Количество солода ржаного  $P_{солода}$  (кг):

$$P_{\text{солода}} = \frac{M_{1\text{зам}} \cdot m_{\text{солода}}}{100}, \quad (2.37)$$

где  $m_{\text{солода}}$  – масса солода ржаного для приготовления осахаренной заварки, кг на 100 кг муки.

Количество воды для приготовления осахаренной заварки  $P_{\text{в.зав}}$  (кг):

$$P_{\text{в.зав}} = \frac{M_{1\text{зам}} \cdot m_{\text{в.зав}}}{100}, \quad (2.38)$$

где  $m_{\text{в.зав}}$  – масса воды для приготовления осахаренной заварки, кг на 100 кг муки.

Расчетные данные расхода сырья для приготовления одной порции осахаренной заварки сводят в табл. 2.12.

Таблица 2.12

**Расход сырья на одну порцию осахаренной заварки**

Наименование сырья	Расход сырья, кг	Влажность сырья, %	Содержание сухих веществ в сырье, %	Масса, кг	
				Влага	СВ
Мука ржаная сеяная	$M_{\text{рж.зав}}$	14,5	85,5	*	*
Солод ржаной сухой	$P_{\text{солода}}$	10,0	90,0	*	*
Вода	$P_{\text{в.зав}}$	100,0	–	$P_{\text{в.зав}}$	–
<i>Итого</i>	$V_{\text{зав.ос}}$	$W_{\text{зав.ос}}$	$(100 - W_{\text{зав.ос}})$	$\Sigma$	$\Sigma$

*Примечание.* СВ – сухие вещества; \* – массу влаги и сухих веществ определяют путем умножения массы сырья на его влажность или содержание СВ и деления на 100.

Выход осахаренной заварки  $V_{\text{зав.ос}}$  (кг) проверяют по формуле (2.24), влажность осахаренной заварки  $W_{\text{зав.ос}}$  (%) – по формуле (2.26).

#### **Приготовление одного замеса теста.**

Количество муки ржаной сеяной  $M_{\text{рж.тесто}}$  (кг):

$$M_{\text{рж.тесто}} = \frac{M_{1\text{зам}} \cdot m_{\text{рж.тесто}}}{100}, \quad (2.39)$$

где  $m_{\text{рж.тесто}}$  – масса муки ржаной сеяной для приготовления теста, кг на 100 кг муки.

Количество муки пшеничной 1-го сорта  $M_{\text{пш}}$  (кг), дрожжевой суспензии  $P_{\text{дс}}$  (кг), раствора сахара  $P_{\text{сахара}}$  (кг), раствора соли  $P_{\text{соли}}$  (кг), различных добавок  $P_{\text{доб}}$  (кг) определяют соответственно по формулам (2.34), (2.15), (2.21)–(2.23).

Расчетные данные расхода сырья и полуфабрикатов для приготовления одного замеса теста сводят в табл. 2.13.



Таблица 2.13

## Расход сырья и полуфабрикатов на один замес теста

Наименование сырья и полуфабрикатов	Расход, кг	Влажность, %	Содержание СВ, %	Масса, кг	
				Влага	СВ
Мука ржаная сеяная	$M_{\text{рж.тесто}}$	14,5	85,5	*	*
Мука пшеничная 1-го сорта	$M_{\text{пш}}$	14,5	85,5	*	*
Солод ржаной сухой	$P_{\text{солода}}$	10,0	90,0	*	*
Раствор сахара	$P_{\text{сахара}}$	50,0	50,0	*	*
Раствор соли	$P_{\text{соли}}$	74,0	26,0	*	*
Дрожжевая суспензия	$P_{\text{дс}}$	93,75	6,25	*	*
Различные добавки	$P_{\text{доб}}$			*	*
Сброженная заварка (закваска)	$V_{\text{зав.ос}}$	***	$(100 - W_{\text{зав.ос}})$	***	***
<i>Итого</i>	$\Sigma$	**	**	$\Sigma$	$\Sigma$
Вода	$P_{\text{в.тесто}}$	100,0	–	$P_{\text{в.тесто}}$	–
<i>Всего</i>	$V_{\text{теста}}$	$W_{\text{теста}}$	$(100 - W_{\text{теста}})$	$\Sigma$	$\Sigma$

*Примечание.* СВ – сухие вещества; \* – массу влаги и сухих веществ определяют путем умножения массы сырья на его влажность или содержание СВ и деления на 100; \*\* – влажность всего сырья и содержание СВ находят путем деления суммы массы влаги или сухих веществ на массу всего сырья и умножения на 100; \*\*\* – данные из табл. 2.12.

Выход теста  $V_{\text{теста}}$  (кг) определяют по формуле (2.24).

Количество воды на замес теста  $P_{\text{в.тесто}}$  (кг):

$$P_{\text{в.тесто}} = V_{\text{теста}} - (M_{\text{рж.тесто}} + M_{\text{пш}} + P_{\text{солода}} + P_{\text{сахара}} + P_{\text{соли}} + P_{\text{дс}} + P_{\text{доб}} + V_{\text{зав.ос}}). \quad (2.40)$$

Влажность теста  $W_{\text{теста}}$  (%) проверяют по формуле (2.26).

Сводная рецептура приготовления одного замеса ржаного теста с применением осахаренной заварки представлена в табл. 2.14.

Таблица 2.14

## Рецептура приготовления одного замеса ржаного теста с применением осахаренной заварки

Наименование сырья	Расход сырья, кг	
	Сброженная заварка (закваска)	Тесто
Мука ржаная сеяная	$M_{\text{рж.зав}}$	$M_{\text{рж.тесто}}$
Мука пшеничная 1-го сорта	–	$M_{\text{пш}}$
Солод ржаной сухой	$P_{\text{солода}}$	–
Раствор сахара	–	$P_{\text{сахара}}$
Раствор соли	–	$P_{\text{соли}}$

Наименование сырья	Расход сырья, кг	
	Сброженная заварка (закваска)	Тесто
Дрожжевая суспензия	–	$P_{дс}$
Различные добавки	–	$P_{доб}$
Вода	$P_{в.зав}$	$P_{в.тесто}$
<i>Итого</i>	$\Sigma$	$\Sigma$

Выход хлеба, получаемого из одного замеса теста  $V_{\text{хлеба}}^{\text{зам}}$  (кг), определяют по формуле (2.27).

Расчитанную ранее часовую производительность печи  $\Pi_{ч}$  (кг/ч) проверяют по формуле (2.28).

Суточный расход сырья  $P_i^{\text{сут}}$  (кг/сут) и расход сырья с учетом норм запаса  $P_i^{\text{зап}}$  (кг) определяют соответственно по формулам (2.29) и (2.30).

Расчетные данные суточного расхода сырья сводят в табл. 2.5.

Материальный баланс производства ржаного хлеба представляют в виде табл. 2.6.

### **2.2.7. Расчет расхода сырья и полуфабрикатов для приготовления пшеничного теста на жидких дрожжах и заквасках**

Этот расчет проводят так же, как и для ржаного теста с применением осажаренной заварки.

## **2.3. Тепловые расчеты**

Стадии производства хлеба и хлебобулочных изделий, требующие расхода теплоносителей, включают:

- приготовление теста с применением заварок и заквасок;
- расстойку тестовых заготовок;
- выпечку хлеба.

### **2.3.1. Приготовление теста с применением заварок и заквасок**

Для приготовления *неосахаренной заварки* смесь муки и воды заваривают при температуре 63–65°C, тщательно перемешивают и охлаждают до 35°C.

Для приготовления *осахаренной заварки* водно-мучную смесь с добавлением ферментных препаратов или солода выдерживают при температуре 62–65°C в течение 2–4 ч, затем охлаждают до 35°C.

Для приготовления *жидких заквасок* осахаренную заварку выдерживают при температуре 45–50°C в течение 2–3 ч для молочно-кислого брожения. При получении *жидких дрожжей* заквашенную заварку охлаждают до 28–30°C и выдерживают при этой температуре в течение 2–3 ч для спиртового брожения.

Такая же схема (осахаренная заварка → заквашенная заварка → сброженная заварка) используется и для приготовления ржаного теста с применением осахаренной заварки.

Количество тепла, затраченного на нагревание или выделяющегося при охлаждении заварок или заквасок, определяют по формуле (1.97).

Расход теплоносителя или охлаждающего агента определяют по формуле (1.98).

### 2.3.2. Расстойка тестовых заготовок

Окончательная расстойка проводится в конвейерных шкафах окончательной расстойки при температуре 35–40°C и относительной влажности воздуха 75–85%.

Уравнение теплового баланса для расстойного шкафа

$$Q_{\text{расст}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{т}}, \quad (2.41)$$

где  $Q_{\text{огр}}$  – количество тепла, потребляемого ограждениями расстойного шкафа, Вт;  $Q_{\text{т}}$  – количество тепла, затраченного на нагрев тестовых заготовок, Вт.

Количество тепла, потребляемого ограждениями расстойного шкафа  $Q_{\text{огр}}$  (Вт):

$$Q_{\text{огр}} = k \cdot F \cdot (t_{\text{расст}} - t_{\text{возд}}), \quad (2.42)$$

где  $k$  – коэффициент теплопередачи, Вт/м<sup>2</sup>·°C;  $F$  – площадь поверхности ограждений шкафа, м<sup>2</sup>;  $t_{\text{расст}}$ ,  $t_{\text{возд}}$  – температура воздуха в расстойном шкафу и помещении соответственно, °C.

Количество тепла, затраченного на нагрев тестовых заготовок  $Q_{\text{т}}$  (Вт):

$$Q_{\text{т}} = \frac{G_{\text{т}} \cdot C_{\text{т}} \cdot (t_{\text{вых}} - t_{\text{вх}})}{3600}, \quad (2.43)$$

где  $G_{\text{т}}$  – производительность расстойного шкафа, кг/ч;  $C$  – удельная теплоемкость теста, Дж/кг·°C;  $t_{\text{вых}}$ ,  $t_{\text{вх}}$  – температура тестовых заготовок, выходящих из шкафа и поступающих в него соответственно, °C.

### 2.3.3. Выпечка хлеба

Расход топлива на выпечку хлеба  $A_T$  ( $\text{м}^3/\text{сут}$ ,  $\text{кг}/\text{сут}$ ):

$$A_T = \frac{P_{\text{сут}} \cdot Q_{\text{вып}}}{q_T \cdot \eta}, \quad (2.44)$$

где  $P_{\text{сут}}$  – суточная производительность печи,  $\text{кг}/\text{сут}$ ;  $Q_{\text{вып}}$  – расход тепла на выпечку 1 т хлеба,  $\text{Дж}/\text{кг}$ ;  $q_T$  – теплота сгорания топлива,  $\text{Дж}/\text{кг}$  ( $\text{Дж}/\text{м}^3$ );  $\eta$  – КПД печи.

## 2.4. Расчет и подбор оборудования

### 2.4.1. Оборудование для хранения и подготовки сырья

Бестарный способ хранения муки предусматривает хранение муки в силосах и бункерах. В каждом силосе хранят муку только одного сорта и только одной партии. Для работы предприятия склад должен обеспечивать хранение не менее 7-суточного запаса муки.

Объем *силоса*  $V_{\text{сил}}$  ( $\text{м}^3$ ) рассчитывают по формуле

$$V_{\text{сил}} = \frac{M_{\text{сут}} \cdot 7}{\rho_M}, \quad (2.45)$$

где  $M_{\text{сут}}$  – суточный расход муки,  $\text{кг}/\text{сут}$ ; 7 – норма запаса муки на предприятии, сут;  $\rho_M$  – насыпная плотность муки,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Необходимое количество силосов  $n$  определяют по формуле

$$n = \frac{V_{\text{сил}}}{V_{\text{станд}}}, \quad (2.46)$$

где  $V_{\text{станд}}$  – объем стандартного силоса,  $\text{м}^3$ .

Для подачи муки на производство используют производственные бункера. Необходимое количество *бункеров*  $n$  определяют по формуле

$$n = \frac{M_{\text{ч}} \cdot t}{V_{\text{станд}}}, \quad (2.47)$$

где  $M_{\text{ч}}$  – часовой расход муки для приготовления теста,  $\text{т}/\text{ч}$ ;  $t$  – время пребывания муки в бункере, ч;  $V_{\text{станд}}$  – вместимость стандартного бункера, т.

Подготовка соли, сахара и дрожжей включает приготовление их растворов и суспензии в емкостях с мешалками (солевой раствор го-

товят и хранят в металлических или бетонных бункерах). Маргарин растапливают и вносят в тесто в виде тонкодисперсной эмульсии. Перед подачей на производство их перекачивают в расходные емкости.

Необходимое количество *расходных емкостей*  $n$  определяют по формуле

$$n = \frac{P_{\text{жидк}} \cdot t}{\rho_{\text{жидк}} \cdot k \cdot V_{\text{станд}}}, \quad (2.48)$$

где  $P_{\text{жидк}}$  – часовой расход жидкого компонента, кг/ч;  $t$  – время пребывания раствора в емкости, ч;  $\rho_{\text{жидк}}$  – плотность раствора, кг/м<sup>3</sup>;  $k$  – коэффициент заполнения емкости;  $V_{\text{станд}}$  – объем стандартной емкости, м<sup>3</sup>.

#### 2.4.2. Оборудование для приготовления теста

Приготовление *заквасок и заварок* осуществляют в специальных емкостях.

Необходимое количество *емкостей*  $n$  определяют по формуле

$$n = \frac{P_{\text{закв}} \cdot t \cdot \left(1 + \frac{a_1}{a_2}\right)}{\rho_{\text{закв}} \cdot k \cdot V_{\text{станд}}}, \quad (2.49)$$

где  $P_{\text{закв}}$  – часовой расход закваски (заварки), кг/ч;  $t$  – время пребывания закваски (заварки) в емкости, ч;  $a_1$  – часть закваски (заварки), оставшейся в емкости для возобновления;  $a_2$  – часть закваски (заварки), отобранной для приготовления теста;  $\rho_{\text{закв}}$  – плотность закваски (заварки), кг/м<sup>3</sup>;  $k$  – коэффициент заполнения емкости;  $V_{\text{станд}}$  – объем стандартной емкости, м<sup>3</sup>.

Производительность *тестомесильной машины периодического действия*  $\Pi_{\text{период}}$  (кг/ч) рассчитывают по формуле

$$\Pi_{\text{период}} = M_{\text{дежи}} \cdot N_{\text{зам}}, \quad (2.50)$$

где  $M_{\text{дежи}}$  – количество муки в деже на один замес теста, кг;  $N_{\text{зам}}$  – количество замесов в час.

Учитывая то, что в дежах осуществляется как замес, так и брожение полуфабрикатов и теста, определяют количество деж  $n$ :

$$n = N_{\text{зам}} \cdot t_{\text{дежи}}, \quad (2.51)$$

где  $t_{\text{дежи}}$  – продолжительность полного оборота дежи (включает время на закладку компонентов теста, замес, брожение и обминки теста), ч.

**Тестоприготовительный агрегат непрерывного действия** состоит из тестомесильной машины (корытообразной емкости с месильными лопастями) для замеса теста и шестисекционного бункера для брожения теста с непрерывным перемещением теста из одной секции в другую. Суммарное время пребывания теста во всех секциях соответствует времени брожения теста.

Для опарного способа приготовления теста агрегат включает две тестомесильные машины для замеса опары и теста, шестисекционный бункер для брожения опары и корытообразную емкость для брожения теста.

Производительность *тестомесильной машины* (кг/ч) рассчитывают по формуле (2.50), используя вместо  $M_{\text{дежи}}$  количество муки для одного замеса в емкости для замеса теста (опары)  $M_{\text{емк}}$  (кг).

Объем *бункера для брожения теста (опары)*  $V_{\text{бунк}}$  ( $\text{м}^3$ ) определяют по формуле

$$V_{\text{бунк}} = V_{\text{секц}} \cdot n_{\text{секц}}, \quad (2.52)$$

где  $V_{\text{секц}}$  – объем одной секции бункера,  $\text{м}^3$ ;  $n_{\text{секц}}$  – количество секций в бункере, шт.

Объем одной секции бункера  $V_{\text{секц}}$  ( $\text{м}^3$ ):

$$V_{\text{секц}} = \frac{M_{\text{секц}} \cdot 100}{q}, \quad (2.53)$$

здесь  $M_{\text{секц}}$  – количество муки в одной секции, кг;  $q$  – норма загрузки муки на 100 л объема секции, кг.

Количество муки в одной секции  $M_{\text{секц}}$  (кг):

$$M_{\text{секц}} = \frac{M_{\text{ч}}}{n_{\text{секц}}^{1\text{ч}}}, \quad (2.54)$$

где  $M_{\text{ч}}$  – часовой расход муки для приготовления теста (опары), кг/ч;  $n_{\text{секц}}^{1\text{ч}}$  – количество секций с тестом (опарой), сменяемых за 1 ч, шт. (должно соответствовать количеству замесов в час,  $N_{\text{зам}}$ ).

Количество секций с тестом (опарой), сменяемых за 1 ч,  $n_{\text{секц}}^{1\text{ч}}$  (шт.):

$$n_{\text{секц}}^{1\text{ч}} = \frac{60}{t_{\text{секц}}}, \quad (2.55)$$

где  $t_{\text{секц}}$  – время сменяемости секций, мин.

Время сменяемости секций  $t_{\text{секц}}$  (мин):

$$t_{\text{секц}} = \frac{t_{\text{бр}}}{(n_{\text{секц}} - 1)}, \quad (2.56)$$

где  $t_{\text{бр}}$  – продолжительность брожения теста (опары), мин;  $(n_{\text{секц}} - 1)$  – количество секций, занятых под брожение теста (опары) (одна из секций занята под разгрузку выброженного теста (опары)), шт.

### 2.4.3. Оборудование для разделки теста

Производительность *тестоделительной машины*  $\Pi_{\text{тд}}$  (шт./мин) рассчитывают по формуле

$$\Pi_{\text{тд}} = \frac{\Pi_{\text{ч}}}{g_{\text{тз}} \cdot 60}, \quad (2.57)$$

где  $\Pi_{\text{ч}}$  – часовая производительность печи, кг/ч;  $g_{\text{тз}}$  – масса тестовой заготовки, кг.

Производительность *тестоокруглительной и тестозакаточной машин* должна соответствовать производительности тестоделителя.

Производительность *расстойного шкафа* должна соответствовать производительности печи.

Количество люлек в расстойном шкафу  $N_{\text{л}}$  (шт.):

$$N_{\text{л}} = \frac{\Pi_{\text{ч}} \cdot t_{\text{расст}}}{n_{\text{тз}} \cdot g \cdot 60}, \quad (2.58)$$

где  $t_{\text{расст}}$  – продолжительность расстойки, мин;  $n_{\text{тз}}$  – количество тестовых заготовок в одной люльке, шт.;  $g$  – масса готового изделия, кг.

### 2.4.4. Оборудование для выпечки хлеба

Марку хлебопекарной печи выбирают по следующим признакам:

- производительность;
- ассортимент вырабатываемых изделий;
- способ обогрева пекарной камеры;
- конструкция пекарной камеры;
- конструкция пода.

Расчет производительности печи приведен в подразделе 2.2.1.

## 3. ТЕХНОЛОГИЯ ПИВА

### 3.1. Технологическая схема производства

Технологический процесс получения пива включает следующие стадии: приемка и подготовка сырья, получение и охмеление пивного сусла, брожение, созревание и осветление пива, розлив.

Солод автомобилеразгрузчиком (1, рис. 3.1) подается в приемный бункер (2), из которого винтовым конвейером (3) подается на норию (4), а далее винтовым конвейером (5) распределяется по силосам (6) для хранения.

Для подачи на производство солод из определенного силоса винтовым конвейером (5) подается на норию (7) и направляется в надвесовой бункер (8), далее взвешивается на весах (9) и идет в подвесовой бункер (10), непосредственно из которого при помощи винтового конвейера (11) подается в бункер солода (12).

Далее солод проходит очистку от пыли, посторонних примесей и части зерновых оболочек на полировочной машине (13), поступает в бункер полированного солода (14), взвешивается на автоматических весах (15) и подается в установку для дробления (16). Отходы от полировки солода направляются в бункер отходов (17).

Карамельный солод, рис, кукурузная крупка, сахар и хмель поступают на завод в мешках и после взвешивания на товарных весах с помощью электропогрузчиков и подъемников доставляются в склады.

В производство рис, кукурузная крупка, сахар и хмель также транспортируются электропогрузчиками, которые подвозят это сырье к загрузочным воронкам соответствующих бункеров.

Карамельный солод из склада при помощи нории (18) поступает в надвесовой бункер (19), далее взвешивается на весах (20) и идет в подвесовой бункер (21), непосредственно из которого при помощи винтового конвейера (11) подается в бункер карамельного солода (22). Через бункер зернопродуктов (23) взвешенный на автоматических весах (15) карамельный солод подается в установку для дробления (16).



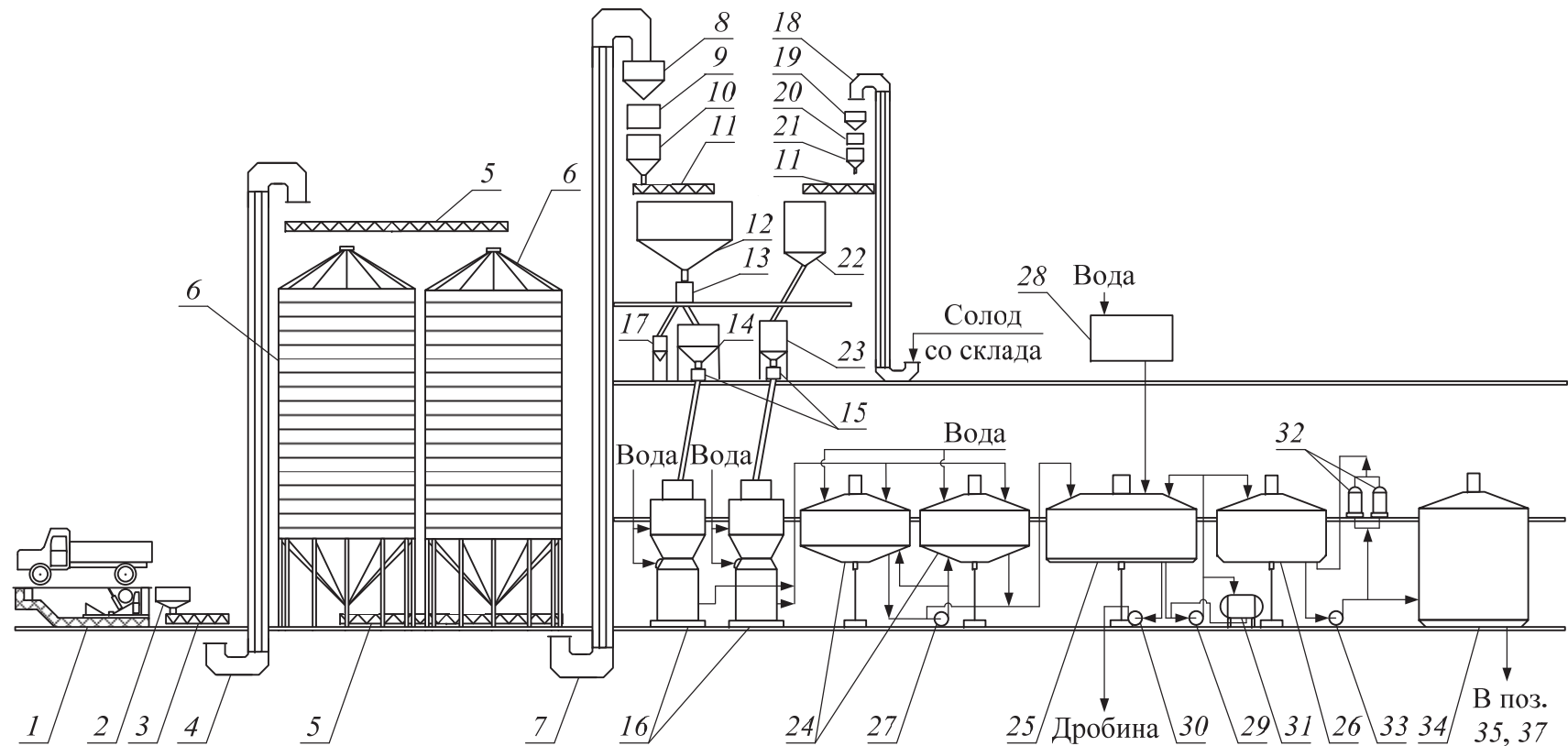


Рис. 3.1. Технологическая схема производства пива (начало, окончание см. на с. 106):  
 1 – автомобилеразгрузчик; 2 – приемный бункер; 3, 5, 11 – винтовой конвейер; 4, 7, 18 – нория; 6 – силос;  
 8, 19 – надвесовой бункер; 9, 20 – весы; 10, 21 – подвесовой бункер; 12 – бункер солода; 13 – полировочная машина;  
 14 – бункер полированного солода; 15 – весы; 16 – установка для дробления; 17 – бункер отходов;  
 22 – бункер карамельного солода; 23 – бункер зернопродуктов; 24 – заторно-варочный аппарат;  
 25 – фильтрационный аппарат; 26 – сусловарочный аппарат; 27, 29, 30, 33 – насос; 28 – сборник;  
 31 – сборник промывных вод; 32 – емкость подачи хмеля; 34 – гидроциклон

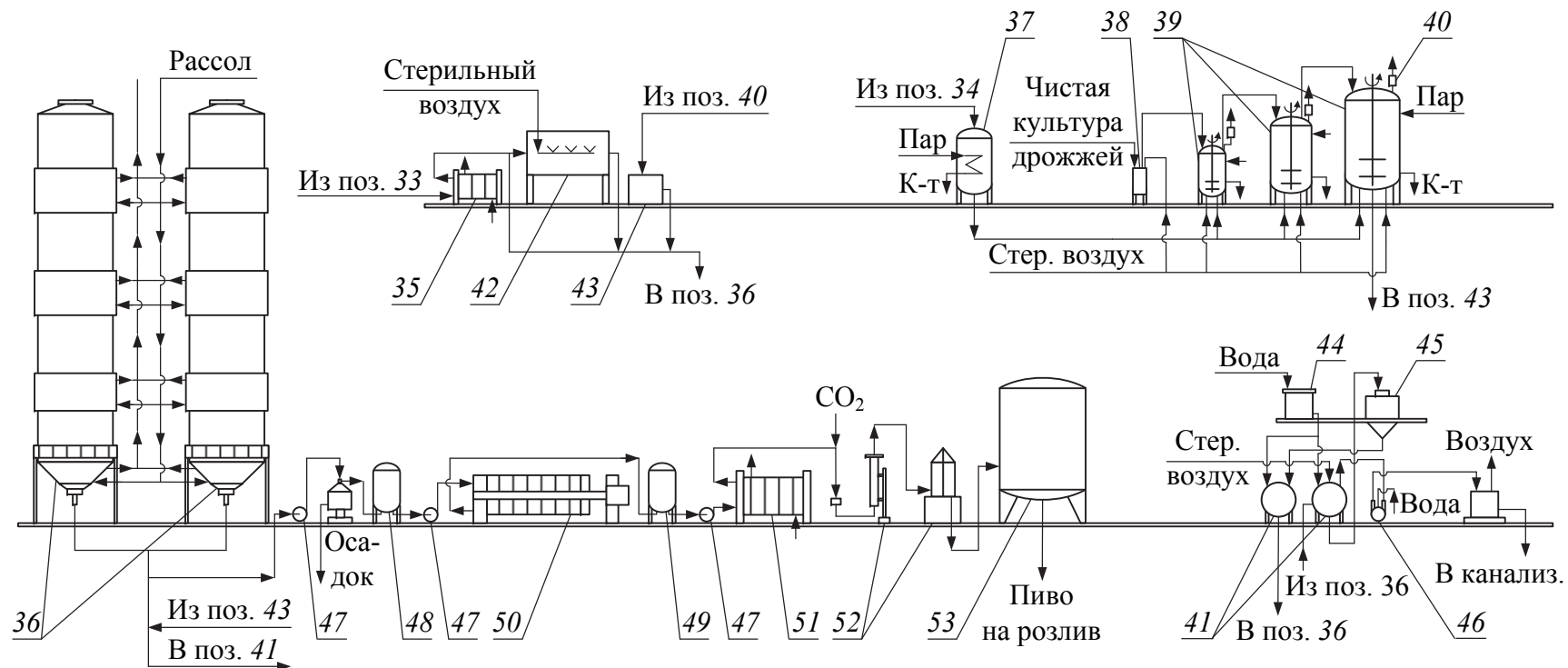


Рис. 3.1. Окончание (начало см. на с. 105):

35 – теплообменник; 36 – цилиндрикоконический танк; 37 – стерилизатор сусле; 38 – колба Карлсберга;  
 39 – аппарат Грейнера; 40 – фильтр сетчатый; 41 – монжю; 42 – аэратор сусле; 43, 49 – сборник; 44 – сборник воды;  
 45 – вибросито; 46 – вакуум-насос; 47 – насос; 48 – сепаратор; 50 – рамный фильтр; 51 – теплообменник;  
 52 – карбонизатор; 53 – сборник фильтрованного пива

Используют установки для дробления увлажненного солода (рис. 3.2). Очищенный и взвешенный солод поступает в бункер (16-1), где с помощью форсунок орошается теплой водой (температура около 50°C). Стекающая из бункера в дробилку вода насосом (16-2) вновь перекачивается в бункер. Время циркуляции воды составляет 20–25 мин, после чего она тем же насосом перекачивается в заторно-варочный аппарат (24) установки для получения пивного суслу. Когда влажность оболочек достигает 25–30%, включают питающие валки (16-3), рабочие вальцы (16-4), мешалки (16-5) и насос (16-2). Измельченный солод смешивается с подогретой водой, подаваемой через клапан (16-6), и полученная заторная масса направляется насосом в заторно-варочный аппарат (24), где протекает процесс затириания. После окончания дробления солода открывается клапан (16-7), и теплая вода, пройдя разбрызгивающие сопла, ополаскивает рабочие вальцы (16-4) и бункер (16-1) дробилки.

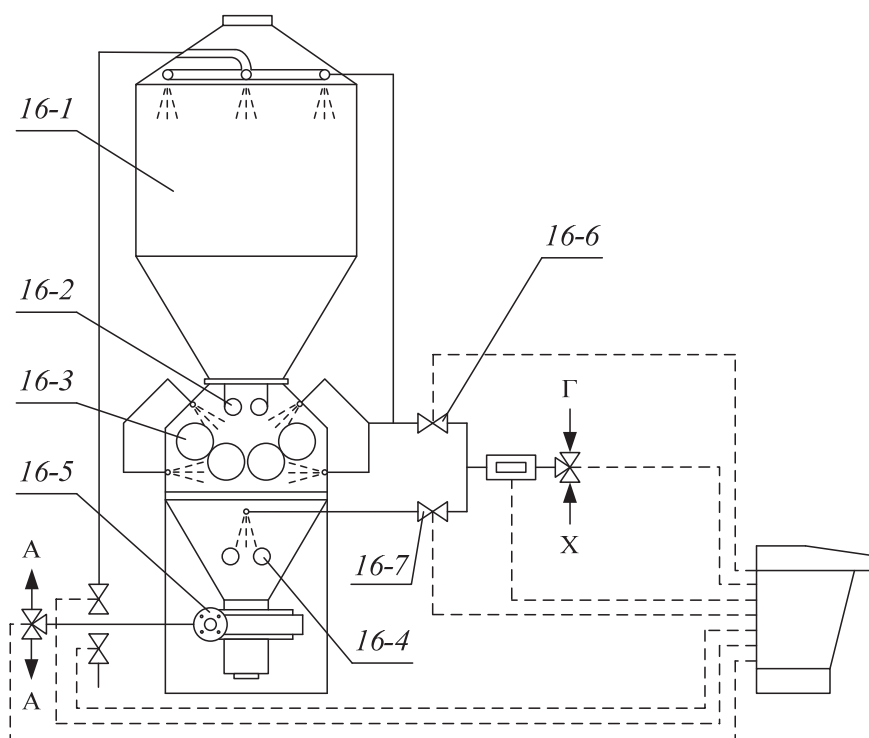


Рис. 3.2. Схема установки для дробления увлажненного солода  
 16-1 – бункер дробилки; 16-2 – насос; 16-3 – питающие валки;  
 16-4 – рабочие вальцы; 16-5 – мешалки; 16-6, 16-7 – клапан

Получение и охмеление пивного суслу осуществляют в установке (рис. 3.1), состоящей из двух заторно-варочных аппаратов (24), одного фильтрационного (25) и одного суслотварочного аппарата (26).

Заторная масса, поступившая из установки для дробления солода, имеет температуру около 50°C, гидромодуль затора, т. е. соотношение засыпи и залива, составляет 1 : (3–4) (на 100 кг засыпи – 300–400 дм<sup>3</sup> воды). Затираание начинают при температуре 58°C в заторном аппарате (24), выдерживают затор при этой температуре 15–20 мин, далее подогревают до 63–64°C, выдерживают 20 мин. Затем от общего количества затора отбирают 1/3 его часть и перекачивают в отварочный аппарат (24), где отварку кипятят 15 мин (см. рис. 3.1).

После кипячения отварку медленно при неполном заполнении трубы перекачивают из отварочного аппарата в заторный. После смешения основного затора с отваркой температура заторной массы устанавливается в пределах 75–76°C, при этой температуре затор выдерживается 15–20 мин. Во время выдержки мешалка выключена.

При использовании несоложенного зернового сырья проводят совместное затираание солода и несоложенного зернового сырья. После воздействия на несоложеное зерновое сырье ферментов применяемых ферментных препаратов и солода проводят разваривание, и компоненты разваренной массы вновь гидролизуются ферментами, сохранившимися в жидкой части затора, которая была отделена декантацией перед развариванием.

Из заторного аппарата (24) заторная масса насосом (27) подается в фильтрационный аппарат (25). Фильтрование затора включает ряд операций: подготовка фильтрационного чана; вытеснение воздуха из фильтрационной батареи и заливка сит; перекачивание затора в фильтрационный чан; отстаивание затора и перекачка мутного сусла; фильтрование затора; выгрузка дробины из фильтрационного чана.

Предварительно перед перекачкой затора из сборника (28) набирают воду в подситовое пространство фильтрационного аппарата (25) для вытеснения воздуха из трубок. Вода, идущая под сита, должна иметь температуру 76–78°C. После перекачки затор оставляют в покое на 20–30 мин. Затем, чтобы вызвать движение сусла под ситами, открывают и закрывают краны фильтрационной батареи. Мутное сусло насосом (29) откачивают обратно в фильтрационный аппарат до тех пор, пока из кранов не потечет прозрачное сусло, которое передают в сусловарочный аппарат (26).

Фильтрование затора проходит в две отдельные фазы, следующие друг за другом: отбор первого сусла и промывание дробины для вымывания задержанных в ней экстрактивных веществ. Промывные воды из фильтрационного аппарата (25) направляют в сборник промывных вод (31), которые из него насосом направляются в суслова-

рочный (26) или заторный (24) аппарат. Дробина удаляется из фильтрационного аппарата насосом (30) в сборник.

Фильтрованное сусло в сусловарочном аппарате (26) кипятят с хмелем, который в сусловарочный аппарат вносят порциями, в два приема из емкости подачи хмеля (32). Первую порцию (80%) хмеля вносят через 10 мин после начала кипения сусла, а вторую порцию (20%) – за 30 мин до окончания кипячения сусла. Общая продолжительность кипячения сусла с хмелем 1,5–2 ч.

Охмеленное сусло из сусловарочного аппарата (26) насосом (33) подается в гидроциклон (34) на осветление. Хмелевая дробина поступает в хмелесборник. Осветленное сусло охлаждают в теплообменнике (35) до температуры 2–6°C и подают в коническую часть цилиндроконического танка (ЦКТ) (36).

Часть сусла поступает в стерилизатор сусла (37), откуда подается в аппарат Грейнера (39), куда вводится чистая культура дрожжей из колбы Карлсберга (38). Далее происходит разведение чистой культуры дрожжей в три этапа. Разброшенная чистая культура дрожжей сжатым воздухом из аппарата Грейнера через сборник (43) подается в ток сусла, поступающего на брожение, из расчета 0,3 дм<sup>3</sup> на 100 дм<sup>3</sup> сусла. Разведение чистой культуры дрожжей проводят периодически, в случае снижения качества дрожжей, в остальное время используют осевшие, промытые и охлажденные дрожжи.

Заполнение ЦКТ происходит следующим образом: сначала аппарат заполняют на 2–3% неаэрированным сусликом, затем из монжу (41) вводят все дрожжи. После введения дрожжей ЦКТ заполняется до рабочего объема (85% от полного объема) аэрированным сусликом. Воздух через ротаметр поступает в аэратор сусла (42), где сусло насыщается кислородом.

Момент заполнения ЦКТ сусликом с дрожжами считается началом брожения. Когда содержание экстрактивных веществ в пиве снизится до 3,5–3,2%, аппарат шпунтуют, и в дальнейшем проводят процесс при избыточном давлении 0,05–0,06 МПа, что способствует лучшему насыщению пива диоксидом углерода и ускорению оседания дрожжей. Чтобы сбразиваемое сусло не примерзало к стенкам аппарата, температура хладагента, подаваемого в охлаждающие рубашки, не должна быть ниже –6°C.

После достижения конечной степени сбразивания на ЦКТ в верхнюю рубашку подают хладагент, охлаждают до температуры 6–7°C, производят сьем дрожжей путем медленного спуска их из конической части аппарата и оставляют на 2–6 сут (диацетильная пауза –

расщепление диацетила). Далее путем подачи хладагента в рубашки охлаждения цилиндрической части ЦКТ охлаждают пиво до температуры 3–4°C. Для образования более плотного осадка дрожжей и предотвращения их автолиза подачей хладагента в рубашку конической части температуру пива в ней доводят до –1°C. При данной температуре пиво выдерживается 2–6 сут. В конической части аппарата при низкой температуре происходит оседание дрожжей и образование плотного осадка. На этом заканчивается главное брожение, которое длится около 7 сут. На восьмые сутки брожения включают подачу хладагента во все охлаждающие рубашки, кроме рубашки в конической части, и температуру пива в аппарате доводят до 1–2°C. Наступает стадия дображивания, которая длится 6–7 сут.

Перед подачей пива на осветление проводят второй сьем дрожжей в монжю (41), откуда сжатым воздухом их перекачивают на вибросита (45) для очистки (см. рис. 3.1). Очищенные рабочие дрожжи собираются в монжю (41) и заливаются охлажденной водой температурой 1°C. Вода для заливки дрожжей охлаждается в сборнике (44). Охлажденные дрожжи хранят до подачи в ЦКТ либо реализуют.

Конец съема дрожжей из ЦКТ определяют визуально через смотровое стекло, следя за появлением свободного от дрожжей пива. После повторного съема дрожжей пиво из аппарата под давлением диоксида углерода (воздуха) не более 0,06 МПа, подаваемого в пространство над жидкостью, направляют на осветление сепарированием или фильтрованием. Освободившийся от пива аппарат моют водопроводной водой, дезинфицируют и снова моют водой для удаления дезинфицирующих средств. При мойке кран выпуска продукта из конической части аппарата должен быть открыт.

После сбраживания пиво поступает на осветление в сепаратор (48), далее – на рамный фильтр (50), затем охлаждается в теплообменнике (51). Для дополнительного насыщения пива диоксидом углерода устанавливается карбонизатор (52), проходя через который пиво направляется в сборник фильтрованного пива (53), где его выдерживают при температуре 2°C в течение 6–8 ч, после чего подают на розлив.

## **3.2. Материальные расчеты**

Материальные расчеты предусматривают определение расхода сырья и количества промежуточных продуктов, отходов и готовой продукции.

**Исходные данные:**

– производительность линии, дкл/год.

Расчет проводят на 100 кг зернопродуктов, расходуемых для производства данного сорта пива, с последующим пересчетом на 1 дкл и годовой выпуск продукции.

В табл. 3.1 представлены величины потерь по стадиям производства пива.

Таблица 3.1

**Потери в производстве пива**

Виды потерь по стадиям производства	Величина потерь, %
Солода при полировке $P_{\text{пол}}$ , % от массы солода	0,1–0,5
Экстракта в пивной дробине $P_{\text{эстр1}}$ , % от массы зернопродуктов	2,2–2,8
Экстракта в хмелевой дробине, шламе при сепарировании, сжатию, смачивании трубопроводов $P_{\text{эстр2}}$ , % от объема горячего сусла	5,5–6,5
При главном брожении пивного сусла (периодический, полунепрерывный способ) $P_{\text{бр}}$ , % от объема холодного сусла	2,2–2,5
При дображивании (периодический, полунепрерывный способ) и фильтровании пива $P_{\text{добр}}$ , % от объема молодого пива В том числе при фильтровании пива $P_{\text{ф1}}$	2,3–2,9 1,1–1,5
При брожении и дображивании пива в ЦКТ и фильтровании пива $P_{\text{бр,добр}}$ , % от объема холодного сусла В том числе при фильтровании пива $P_{\text{ф2}}$	4,65 1,55
При розливе пива $P_{\text{розл}}$ , % от объема фильтрованного пива: – в бутылки – в бочки, кеги – при бестарной перевозке	2,0–2,5 0,5 0,33–0,35
Общие видимые потери по жидкой фазе (от горячего сусла до товарного пива), % от объема горячего сусла	12,0–12,9
Общие действительные потери по жидкой фазе (от сусла в варочном цехе при 20°C до товарного пива), % от объема сусла при 20°C	8,3–9,3
При пастеризации пива в бутылках $P_{\text{паст}}$ , % от объема пастеризованного пива	2,0–2,2

В табл. 3.2 дана характеристика солода и несоложеного сырья, используемых в производстве пива.

Таблица 3.2

**Характеристика солода и несоложеного сырья**

Наименование сырья	Влажность, %	Экстрактивность, % от массы сухих веществ	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>
Солод светлый	5,6	76,0	530
Солод темный	5,0	74,0	530

Наименование сырья	Влажность, %	Экстрактивность, % от массы сухих веществ	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>
Солод карамельный*	6,0	72,0	530
Ячмень товарный	15,0	75,0	630
Ячмень очищенный	14,5	76,0	650
Рисовая крупа-сечка	15,0	85,0	700
Мука ячменная	15,0	72,0	400
Мука кукурузная обезжиренная	15,0	76,0	–
Сахар-песок (сырец)	0,7–0,9	99,6	650–800

\* Карамельный солод не полируется.

### 3.2.1. Расчет выхода экстракта при затирации

Количество полированного солода  $m_{п.солода}$  (кг):

$$m_{п.солода} = m_{солода} \cdot \frac{100 - П_{пол}}{100}, \quad (3.1)$$

где  $m_{солода}$  – масса солода по рецептуре, кг на 100 кг зернопродуктов;  $П_{пол}$  – потери солода при полировке, % от массы солода.

Количество сухих веществ в солоде  $СВ_{солода}$  (кг):

$$СВ_{солода} = m_{п.солода} \cdot \frac{100 - W_{солода}}{100}, \quad (3.2)$$

где  $W_{солода}$  – влажность солода, %.

Количество сухих веществ в несоложенном сырье  $СВ_{несол.с}$  (кг):

$$СВ_{несол.с} = m_{несол.с} \cdot \frac{100 - W_{несол.с}}{100}, \quad (3.3)$$

где  $m_{несол.с}$  – масса несоложеного сырья по рецептуре, кг на 100 кг зернопродуктов;  $W_{несол.с}$  – влажность несоложеного сырья, %.

Общее количество сухих веществ в сырье  $СВ_{сырья}$  (кг):

$$СВ_{сырья} = СВ_{солода} + СВ_{несол.с}. \quad (3.4)$$

Количество экстрактивных веществ в солоде  $ЭВ_{солода}$  (кг):

$$ЭВ_{солода} = СВ_{солода} \cdot \frac{Э_{солода}}{100}, \quad (3.5)$$

где  $Э_{солода}$  – экстрактивность солода, % от массы сухих веществ.



Количество экстрактивных веществ в несоложенном сырье  $\text{ЭВ}_{\text{несол.с}}$  (кг):

$$\text{ЭВ}_{\text{несол.с}} = \text{СВ}_{\text{несол.с}} \cdot \frac{\text{Э}_{\text{несол.с}}}{100}, \quad (3.6)$$

где  $\text{Э}_{\text{несол.с}}$  – экстрактивность несоложеного сырья, % от массы сухих веществ.

Общее количество экстрактивных веществ в сырье  $\text{ЭВ}_{\text{сырья}}$  (кг):

$$\text{ЭВ}_{\text{сырья}} = \text{ЭВ}_{\text{солода}} + \text{ЭВ}_{\text{несол.с}} \cdot \quad (3.7)$$

В сусло перейдет экстрактивных веществ  $\text{ЭВ}_{\text{сусла}}$  (кг) с учетом потерь:

$$\text{ЭВ}_{\text{сусла}} = \text{ЭВ}_{\text{сырья}} \cdot \frac{100 - \text{П}_{\text{экстр1}}}{100}, \quad (3.8)$$

где  $\text{П}_{\text{экстр1}}$  – потери экстракта в пивной дробине, % от массы зернопродуктов.

Расход воды составляет:

- на затирание зернопродуктов –  $0,4 \text{ м}^3$  на 100 кг зернопродуктов;
- на промывание пивной дробины –  $0,4 \text{ м}^3$  на 100 кг зернопродуктов (промывные воды присоединяют к суслу);
- на промывание хмелевой дробины –  $0,05 \text{ м}^3$  на 100 кг зернопродуктов (промывные воды присоединяют к суслу).

### 3.2.2. Расчет количества промежуточных продуктов и готового пива

**Горячее сусло.**

Масса горячего сусла  $m_{\text{г.сусла}}$  (кг):

$$m_{\text{г.сусла}} = \text{ЭВ}_{\text{сусла}} \cdot \frac{100}{\text{СВ}_{\text{сусла}}}, \quad (3.9)$$

где  $\text{СВ}_{\text{сусла}}$  – массовая доля сухих веществ в начальном сусле, %.

Объем горячего сусла  $V_{\text{г.сусла}}$  (дкл):

$$V_{\text{г.сусла}} = \frac{m_{\text{г.сусла}} \cdot k}{\rho_{\text{сусла}} \cdot 10}, \quad (3.10)$$

где  $k$  – коэффициент объемного расширения при нагревании сусла до  $100^\circ\text{C}$  ( $k = 1,04$ );  $\rho_{\text{сусла}}$  – плотность сусла при  $20^\circ\text{C}$ ,  $\text{кг/дм}^3$  ( $\rho = 1,0442 - 1,0526 \text{ кг/дм}^3$ ); 10 – коэффициент перевода  $\text{дм}^3$  в дкл.

**Холодное сусло.**

Объем холодного сусла  $V_{\text{х.сусла}}$  (дкл):

$$V_{\text{х.сусла}} = V_{\text{г.сусла}} \cdot \frac{100 - \text{П}_{\text{экстр2}}}{100}, \quad (3.11)$$

где  $\text{П}_{\text{экстр2}}$  – потери экстракта в хмелевой дробине, шламе при сепарировании, сжатию, смачиванию трубопроводов, % от объема горячего сусла.

#### **Молодое пиво.**

Объем молодого пива  $V_{\text{м.пива}}$  (дкл):

$$V_{\text{м.пива}} = V_{\text{х.сусла}} \cdot \frac{100 - \text{П}_{\text{бр}}}{100}, \quad (3.12)$$

где  $\text{П}_{\text{бр}}$  – потери при главном брожении пивного сусла, % от объема холодного сусла.

#### **Фильтрованное пиво.**

- *Периодический, полунепрерывный способ.*

Объем фильтрованного пива  $V_{\text{ф.пива}}$  (дкл):

$$V_{\text{ф.пива}} = V_{\text{м.пива}} \cdot \frac{100 - \text{П}_{\text{добр}}}{100}, \quad (3.13)$$

где  $\text{П}_{\text{добр}}$  – потери при дображивании и фильтровании пива, % от объема молодого пива.

- *Брожение и дображивание пива в ЦКТ.*

Объем фильтрованного пива  $V_{\text{ф.пива}}$  (дкл):

$$V_{\text{ф.пива}} = V_{\text{х.сусла}} \cdot \frac{100 - \text{П}_{\text{бр.добр}}}{100}, \quad (3.14)$$

где  $\text{П}_{\text{бр.добр}}$  – потери при брожении и дображивании пива в ЦКТ и фильтровании пива, % от объема холодного сусла.

#### **Товарное пиво.**

Объем товарного пива  $V_{\text{т.пива}}$  (дкл):

$$V_{\text{т.пива}} = V_{\text{ф.пива}} \cdot \frac{100 - \text{П}_{\text{розл}}}{100}, \quad (3.15)$$

где  $\text{П}_{\text{розл}}$  – потери при розливе пива, % от объема фильтрованного пива.

### **3.2.3. Расчет расхода хмеля, ферментных препаратов и молочной кислоты**

#### **Хмель.**

Количество хмеля  $m_{\text{хмеля}}$  (кг):

$$m_{\text{хмеля}} = \frac{V_{\text{т.пива}} \cdot \text{Н}_{\text{хмеля}}}{1000}, \quad (3.16)$$

где  $N_{\text{хмеля}}$  – норма расхода хмеля на 1 дкл товарного пива, г ( $N_{\text{хмеля}} = 22-45$  г/дкл); 1000 – коэффициент перевода граммов в килограммы.

#### **Ферментные препараты.**

Используют при применении в составе сырья более 15% несоложенных зернопродуктов в количестве от 0,002 до 1,2% от массы сырья в зависимости от степени их очистки и активности, а также доли несоложенного сырья.

#### **Молочная кислота.**

Используется для подкисления затора в количестве 0,08 кг (100%-ной концентрации) на 100 кг сырья.

### **3.2.4. Расчет количества отходов**

#### **Пивная дробина.**

Количество пивной дробины  $m_{\text{пив.дроб}}$  (кг):

$$m_{\text{пив.дроб}} = \text{СВ}_{\text{пив.дроб}} \cdot \frac{100}{100 - W_{\text{пив.дроб}}}, \quad (3.17)$$

где  $\text{СВ}_{\text{пив.дроб}}$  – количество сухих веществ в пивной дробине, кг;  
 $W_{\text{пив.дроб}}$  – влажность пивной дробины, % ( $W_{\text{пив.дроб}} = 86-88\%$ ).

Количество сухих веществ в пивной дробине  $\text{СВ}_{\text{пив.дроб}}$  (кг):

$$\text{СВ}_{\text{пив.дроб}} = \text{СВ}_{\text{сырья}} - \text{ЭВ}_{\text{сусла}}. \quad (3.18)$$

#### **Хмелевая дробина.**

Безводной хмелевой дробины образуется 60% от массы израсходованного хмеля.

Количество влажной хмелевой дробины  $m_{\text{хм.дроб}}$  (кг):

$$m_{\text{хм.дроб}} = 0,6 \cdot m_{\text{хмеля}} \cdot \frac{100}{100 - W_{\text{хм.дроб}}}, \quad (3.19)$$

где  $W_{\text{хм.дроб}}$  – влажность хмелевой дробины, % ( $W_{\text{хм.дроб}} = 85\%$ ).

#### **Шлам сепараторный.**

Независимо от сорта пива образуется 1,75 кг шлама (влажностью 80%) на 100 кг зернопродуктов.

#### **Избыточные дрожжи.**

Дрожжей влажностью 86–88% образуется 0,10–0,15 дм<sup>3</sup> на 1 дкл пива (периодический, полунепрерывный способ брожения) или 0,15–0,25 дм<sup>3</sup> на 1 дкл пива (брожение и дображивание пива в ЦКТ).

#### **Диоксид углерода.**

При главном брожении выделяется 0,15 кг CO<sub>2</sub> на 1 дкл пива.

**Исправимый брак пива** (при розливе) независимо от сорта пива составляет 2%.

Расчетные данные расхода сырья, количества промежуточных продуктов, готового пива и отходов сводят в табл. 3.3.

При пересчете на 1 дкл пива количество каждого компонента делят на количество товарного пива (дкл), получаемого из 100 кг зернопродуктов. Годовое количество сырья и продуктов находят путем умножения количества каждого компонента, необходимого для получения 1 дкл пива, на годовой выпуск продукции.

Таблица 3.3

**Расход сырья и продуктов в производстве пива**

Наименование компонентов	Количество компонентов		
	на 100 кг зернопродуктов	на 1 дкл пива	на ... дкл пива/год
<b>Сырье</b>			
Солод, кг	$m_{\text{солода}}$		
Несоложеное сырье, кг	$m_{\text{несол.с}}$		
Хмель, кг	$m_{\text{хмеля}}$		
Ферментные препараты, кг			
Молочная кислота, кг			
Вода на затирание зернопродуктов, м <sup>3</sup>			
Вода на промывание пивной дробины, м <sup>3</sup>			
Вода на промывание хмелевой дробины, м <sup>3</sup>			
<b>Промежуточные продукты и готовое пиво</b>			
Горячее сусло, дкл	$V_{\text{г.сусла}}$		
Холодное сусло, дкл	$V_{\text{х.сусла}}$		
Молодое пиво, дкл	$V_{\text{м.пива}}$		
Фильтрованное пиво, дкл	$V_{\text{ф.пива}}$		
Товарное пиво, дкл	$V_{\text{т.пива}}$		
<b>Отходы</b>			
Пивная дробина, кг	$m_{\text{пив.дроб}}$		
Хмелевая дробина, кг	$m_{\text{хм.дроб}}$		
Шлам сепараторный, кг			
Избыточные дрожжи, дм <sup>3</sup>			
Диоксид углерода, кг			
Исправимый брак пива, дкл			

Материальный баланс производства пива представляют в виде табл. 3.4.

Таблица 3.4

**Материальный баланс производства пива**

Приход		Расход	
Наименование компонентов	Количество, кг (дкл)/год	Наименование компонентов	Количество, кг (дкл)/год
Солод	$m_{\text{солода}}$	Товарное пиво	$V_{\text{т.пива}}$
Несоложеное сырье	$m_{\text{несол.с}}$	Потери солода при полировке	$\Pi_{\text{пол}}$
Хмель	$m_{\text{хмеля}}$	Потери экстракта в пивной дробине	$\Pi_{\text{экстр1}}$
Ферментные препараты		Потери экстракта в хмелевой дробине, шламе при сепарировании, сжатии, смачивании трубопроводов	$\Pi_{\text{экстр2}}$
Молочная кислота		Потери при главном брожении пивного суслу Потери при дображивании и фильтровании пиваили потери при брожении и дображивании пива в ЦКТ и фильтровании пива	$\Pi_{\text{бр}}$ $\Pi_{\text{добр}}$
Вода		Потери при розливе пива	$\Pi_{\text{розл}}$
		Пивная дробина	$m_{\text{пив.дроб}}$
		Хмелевая дробина	$m_{\text{хм.дроб}}$
		Шлам сепараторный	
<i>Итого</i>		<i>Итого</i>	

**3.3. Тепловые расчеты**

Стадии производства пива, требующие расхода теплоносителей, включают:

- затираание:

1) настойный способ:  $45-52^{\circ}\text{C} \rightarrow 61-63^{\circ}\text{C} \rightarrow 70-72^{\circ}\text{C} \rightarrow 76-77^{\circ}\text{C}$ ;

2) одноотварочный способ:  $50-52^{\circ}\text{C} \rightarrow 61-63^{\circ}\text{C}$  (отварка)  $\rightarrow 70-72^{\circ}\text{C}$  (отварка)  $\rightarrow 100^{\circ}\text{C}$  (отварка)  $\rightarrow 70-72^{\circ}\text{C}$  (весь затор);

3) двухотварочный способ:  $50-52^{\circ}\text{C} \rightarrow 61-63^{\circ}\text{C}$  (1-я отварка)  $\rightarrow 70-72^{\circ}\text{C}$  (1-я отварка)  $\rightarrow 100^{\circ}\text{C}$  (1-я отварка)  $\rightarrow 63-65^{\circ}\text{C}$  (весь затор)  $\rightarrow 70-72^{\circ}\text{C}$  (2-я отварка)  $\rightarrow 100^{\circ}\text{C}$  (2-я отварка)  $\rightarrow 75^{\circ}\text{C}$  (весь затор);

4) трехотварочный способ:  $50-52^{\circ}\text{C} \rightarrow 61-63^{\circ}\text{C}$  (1-я отварка)  $\rightarrow 70-72^{\circ}\text{C}$  (1-я отварка)  $\rightarrow 100^{\circ}\text{C}$  (1-я отварка)  $\rightarrow 50-52^{\circ}\text{C}$  (весь затор)  $\rightarrow 63-65^{\circ}\text{C}$  (2-я отварка)  $\rightarrow 70-72^{\circ}\text{C}$  (2-я отварка)  $\rightarrow 100^{\circ}\text{C}$  (2-я от-

варка) → 61–63°C (весь затор) → 70–72°C (3-я отварка) → 100°C (3-я отварка) → 70–72°C (весь затор);

- фильтрование затора (75–78°C);
- кипячение сусла с хмелем (100°C);
- пастеризация пива (60°C).

Стадии производства пива, требующие расхода охлаждающих агентов, включают:

- охлаждение пивного сусла (100°C → 60°C → 10°C → 0,5–1,5°C).

Количество тепла, затраченного на нагревание затора, воды (78–80°C) для промывания пивной и хмелевой дробины, кипячения сусла с хмелем, а также выделяющегося при охлаждении пивного сусла, определяют по формуле (1.97).

Удельную теплоемкость заторной массы  $c_{з.массы}$  (кДж/кг·°C) рассчитывают как средневзвешенную величину удельных теплоемкостей зернопродуктов и воды:

$$c_{з.массы} = \frac{m_{зп} \cdot c_{зп} + m_{в} \cdot c_{в}}{m_{зп} + m_{в}}, \quad (3.20)$$

где  $m_{зп}$ ,  $m_{в}$  – количество зернопродуктов и воды соответственно, кг;  $c_{зп}$ ,  $c_{в}$  – удельная теплоемкость зернопродуктов и воды соответственно, кДж/кг·°C ( $c_{зп} = 1,42$  кДж/кг·°C,  $c_{в} = 4,19$  кДж/кг·°C).

Удельная теплоемкость сусла 3,87–3,98 кДж/кг·°C.

Следует учитывать, что при кипячении затора и сусла с хмелем в течение часа испаряется 5% воды от массы затора или объема сусла. При этом количество тепла, затраченного на кипячение, определяют по формуле

$$Q_{кип} = 0,05 \cdot G \cdot r \cdot \tau, \quad (3.21)$$

где  $Q_{кип}$  – количество тепла, затраченного на кипячение затора (сусла с хмелем), кДж/сут;  $G$  – расход затора (сусла с хмелем), кг/сут;  $r$  – удельная теплота парообразования, кДж/кг ( $r = 2259,2$  кДж/кг);  $\tau$  – продолжительность кипячения, ч.

Расход пара  $G_{п}$  (кг/сут) определяют по формуле

$$G_{п} = \frac{\sum Q_{нагр}}{(I_{п} - c_{к} \cdot t_{к})}, \quad (3.22)$$

где  $\sum Q_{нагр}$  – суммарное количество тепла, затраченного на нагревание затора, воды для промывания пивной и хмелевой дробины, кипячения

сусла с хмелем, кДж/сут;  $I_{\text{п}}$  – энтальпия пара, кДж/кг ( $I_{\text{п}} = 2716$  кДж/кг при давлении 0,245 МПа);  $c_{\text{к}}$  – удельная теплоемкость конденсата, кДж/кг·°С ( $c_{\text{к}} = 4,19$  кДж/кг·°С);  $t_{\text{к}}$  – температура охлаждения конденсата, °С ( $t_{\text{к}} = 100^{\circ}\text{C}$ ).

Расход охлаждающего агента определяют по формуле (1.98).

## 3.4. Расчет и подбор оборудования

### 3.4.1. Оборудование для хранения и подготовки зернопродуктов

К оборудованию для хранения и подготовки зернопродуктов относятся:

- нория;
- приемные бункера зернопродуктов;
- навесовой бункер, весы, подвесовой бункер;
- бункера для хранения зернопродуктов;
- полировочная машина, электромагнитный сепаратор;
- бункер полированного солода;
- распределительные шнеки (винтовые конвейеры);
- дробилки;
- бункера дробленых зернопродуктов.

Производительность нории (винтовых конвейеров) подбирают исходя из подачи суточного расхода зернопродуктов в течение одной смены (8 ч).

Для транспортировки полированного солода производительность нории должна соответствовать производительности полировочной машины.

Пределы взвешивания весов должны соответствовать производительности нории.

Производительность полировочной машины и пределы взвешивания весов для полированного солода подбирают исходя из продолжительности очистки солода для одной варки в течение 1,5–2 ч.

Производительность электромагнитного сепаратора должна соответствовать производительности полировочной машины.

Объем приемного бункера  $V_{\text{бунк}}$  ( $\text{м}^3$ ) для каждого вида сырья (бункеров для хранения зернопродуктов) рассчитывают по формуле

$$V_{\text{бунк}} = \frac{G_{\text{сут}} \cdot k}{\rho_{\text{с}}}, \quad (3.23)$$

где  $G_{\text{сут}}$  – суточный расход сырья, т/сут;  $k$  – коэффициент запаса ( $k = 1,1-1,2$ );  $\rho_c$  – насыпная плотность сырья, т/м<sup>3</sup> (табл. 3.2).

Объем бункера полированного солода должен соответствовать количеству солода, очищаемого на полировочной машине за 0,5 ч.

Объем надвесового и подвесового бункеров рассчитывают на 3–4 отвеса зерна (300–400 кг).

Производительность дробилок для измельчения солода и несоложеного сырья должна обеспечивать измельчение зернопродуктов для одной варки в течение 1,5–2 ч.

Объем бункеров дробленого солода и несоложеного сырья должен соответствовать количеству зернопродуктов для одной варки.

### 3.4.2. Оборудование варочного цеха

Основным оборудованием, по производительности которого рассчитывают остальное оборудование варочного цеха, являются *варочные агрегаты*. Их подбирают исходя из суточного расхода зернопродуктов  $G_{\text{сут}}$  (т/сут):

$$G_{\text{сут}} = \frac{G_{\text{год}}}{323}, \quad (3.24)$$

где  $G_{\text{год}}$  – годовой расход зернопродуктов, т/год; 323 – число суток работы варочного цеха в году.

Количество зернопродуктов при единовременной засыпи  $G_{13}$  (т) рассчитывают по формуле

$$G_{13} = \frac{G_{\text{сут}}}{n}, \quad (3.25)$$

где  $n$  – число оборотов (варок) варочного агрегата в сутки ( $n = 2, 4$  или  $6$  для двух-, четырех- или шестиаппаратного варочного агрегата соответственно при использовании в составе сырья солода;  $n = 3,6$  (четыреаппаратный варочный агрегат) и  $n = 5,4$  (шестиаппаратный варочный агрегат) при использовании в составе сырья более 15% несоложенных зернопродуктов).

По величине  $G_{13}$  (т) подбирают стандартный варочный агрегат и уточняют действительное число оборотов варочного агрегата в сутки  $n$ .

Объем *сборника промывных вод* (горизонтальный цилиндрический резервуар со змеевиком) определяют из расчета 2,4 м<sup>3</sup> на 1 т затираемых зернопродуктов (два затора).



Объем *мерника для горячей воды* (для промывки хмелевой дробины) определяют из расчета  $0,2 \text{ м}^3$  на 1 т затираемых зернопродуктов.

**Насосы** подбирают по производительности с учетом свойств перекачиваемой жидкости.

– насос для перекачивания заторной массы: из 1 т зернопродуктов получается  $3\text{--}3,5 \text{ м}^3$  заторной массы; время перекачивания всего затора – 20 мин;

– насос для перекачивания охмеленного сусла: время перекачивания сусла – 30 мин;

– насос для перекачивания мутного сусла: количество мутного сусла, возвращаемого на фильтрацию, составляет 10% от объема заторной массы; время перекачивания сусла – 10 мин;

– насос для удаления дробины: дробина разбавляется водой в соотношении 1 : 4 (1 : 5); время перекачивания дробины – 15 мин.

### 3.4.3. Оборудование для осветления и охлаждения сусла

Производительность *сепараторов* должна обеспечивать осветление сусла одной варки в течение 2 ч.

**Гидроциклонный аппарат** подбирают исходя из количества зернопродуктов при одновременной засыпи или объема сусла одной варки.

Производительность *пластинчатых теплообменников* должна обеспечивать охлаждение сусла в течение 2 ч.

### 3.4.4. Оборудование бродильного цеха

#### Периодический способ.

Объем *бродильного аппарата* принимают кратным объему охлажденного сусла одной варки с учетом коэффициента заполнения.

Количество бродильных аппаратов (аппаратов для дображивания)  $n$  (+ 2 резервных) рассчитывают по формуле

$$n = \frac{V_{\text{х.сусла}}}{V_{\text{ап}} \cdot k \cdot z}, \quad (3.26)$$

где  $V_{\text{х.сусла}}$  – годовой объем охлажденного сусла (молодого пива),  $\text{м}^3/\text{год}$ ;  $V_{\text{ап}}$  – объем аппарата,  $\text{м}^3$ ;  $k$  – коэффициент заполнения аппарата ( $k = 0,9$  для аппарата брожения;  $k = 0,98$  для аппарата дображивания);  $z$  – число оборотов аппарата в год.

Аппарат для дображивания может вмещать молодое пиво как из одного, так и из двух (иногда и более) бродильных аппаратов.

**Насос** для перекачивания молодого пива на дображивание должен обеспечивать перекачивание пива из одного аппарата в течение 2 ч.

**Полунепрерывный (батарейный) способ.**

Общий объем **бродильных аппаратов**  $V_{\text{ап}}$  ( $\text{м}^3$ ) рассчитывают по формуле

$$V_{\text{ап}} = \frac{V_{\text{х.сусла}} \cdot \tau_{\text{бр}}}{11,33 \cdot 28,5 \cdot k}, \quad (3.27)$$

где  $V_{\text{х.сусла}}$  – годовой объем охлажденного сусла,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;  $\tau_{\text{бр}}$  – продолжительность главного брожения, сут; 11,33 – число месяцев работы предприятия в году; 28,5 – число суток работы в месяце;  $k$  – коэффициент заполнения аппарата ( $k = 0,85$ ).

Общий объем **аппаратов для дображивания**  $V_{\text{ап}}$  ( $\text{м}^3$ ) рассчитывают по формуле

$$V_{\text{ап}} = \frac{V_{\text{м.пива}}}{k \cdot z}, \quad (3.28)$$

где  $V_{\text{м.пива}}$  – годовой объем молодого пива,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;  $k$  – коэффициент заполнения аппарата ( $k = 0,9$ );  $z$  – число оборотов аппарата в год.

**Брожение и дображивание пива в ЦКТ.**

Количество **ЦКТ**  $n$  рассчитывают по формуле

$$n = \frac{V_{\text{х.сусла}}}{11,33 \cdot V_{\text{ап}} \cdot k \cdot z}, \quad (3.29)$$

где  $V_{\text{х.сусла}}$  – годовой объем охлажденного сусла,  $\text{м}^3/\text{год}$ ; 11,33 – число месяцев работы предприятия в году;  $V_{\text{ап}}$  – объем стандартного аппарата,  $\text{м}^3$ ;  $k$  – коэффициент заполнения аппарата ( $k = 0,85$ );  $z$  – число оборотов аппарата в месяц.

Объем **вакуум-сборников** для хранения засевных и избыточных дрожжей определяют из расчета 2-суточного запаса с учетом разбавления их водой в соотношении 1 : 1.

**Сепараторы, фильтры** для осветления пива подбирают по производительности насосов для перекачивания пива.

Общий объем **сборников товарного пива** определяют из расчета суточного запаса пива.

# 4. ТЕХНОЛОГИЯ ИГРИСТЫХ ВИН

## 4.1. Технологические схемы производства

### 4.1.1. Технология игристого вина резервуарным способом

Технологический процесс производства игристого вина резервуарным способом состоит из следующих операций: приемка виноматериалов; ассамблирование и технологическая обработка виноматериалов; купажирование и технологическая обработка купажа (при необходимости); приготовление бродильной смеси и шампанизация вина резервуарным периодическим способом; охлаждение шампанизированного вина; фильтрование; розлив и оформление; приготовление резервуарного и экспедиционного ликеров; приготовление разводки дрожжей чистой культуры.

Поступившие в емкости (1, рис. 4.1) на завод виноматериалы проверяют на соответствие требованиям действующих технических нормативных правовых актов по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. Виноматериалы с посторонними тонами во вкусе и аромате, а также имеющие пороки и недостатки и не отвечающие предъявленным к ним требованиям, отбраковываются и в производство не допускаются.

Принятые виноматериалы насосами (2) направляют в емкости (3) на ассамблирование – объединение в крупные партии в пределах сорта одного или разных поставщиков. В целях сохранения качества виноматериалов допускается дополнение одного сорта виноматериалов другими.

На основании заключения производственной лаборатории виноматериалы обрабатывают желтой кровяной солью (ЖКС) и проводят оклейку рыбьим клеем (при необходимости с таннизацией) или бентонитом в емкостях (4), снабженных перемешивающими устройствами. Обработку виноматериалов ЖКС проводят с целью удаления избыточного содержания железа (более  $4 \text{ мг/дм}^3$ ), раствор танина вводят в виноматериал в том случае, если в нем невелико содержание фенольных веществ. Рыбий клей и бентонит широко применяются в виноделии для удаления неустойчивых азотистых соединений, предупреждения белковых помутнений.

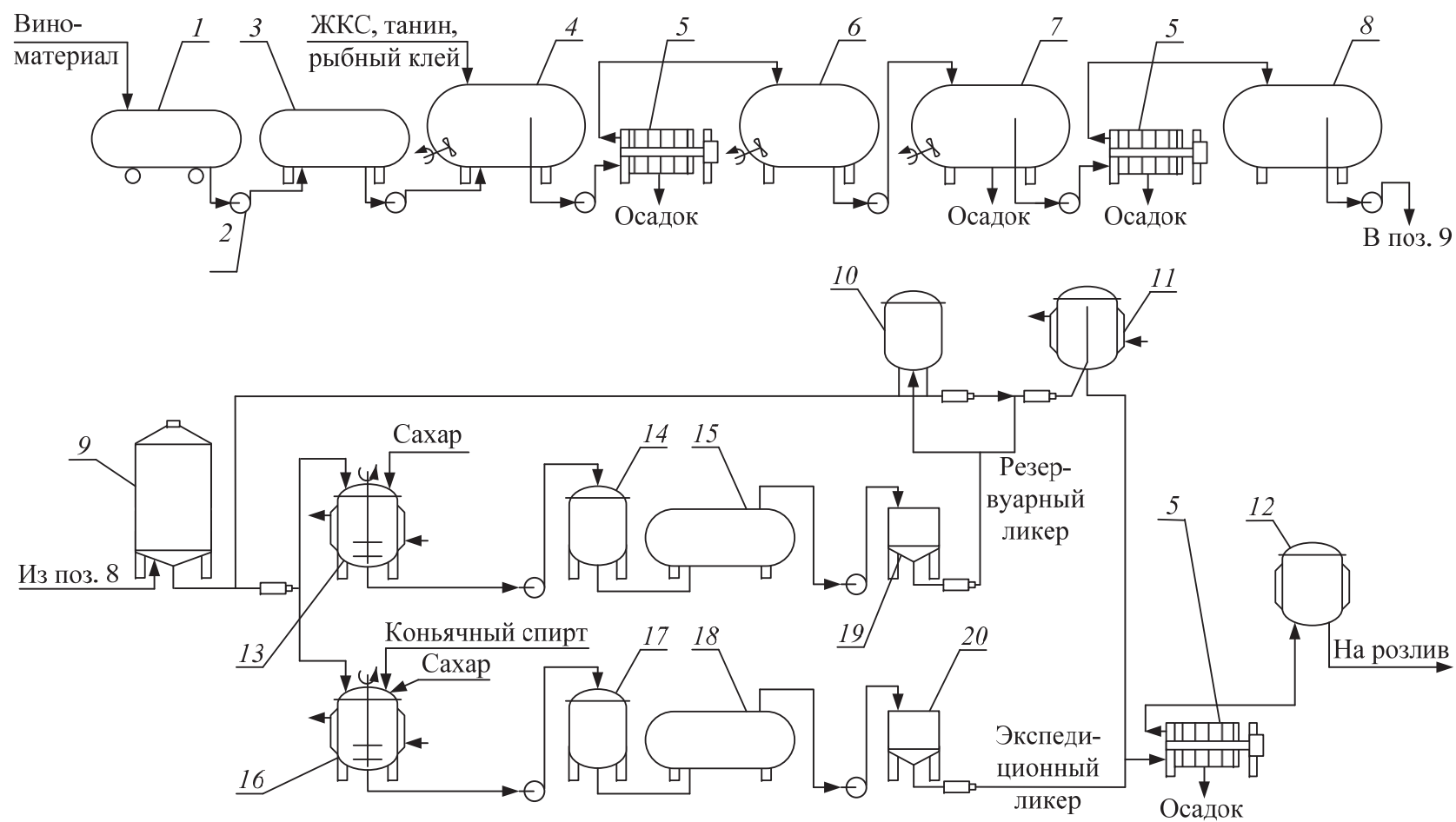


Рис. 4.1. Технологическая схема производства игристого вина резервуарным способом:  
 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9 – емкость ; 2 – насос; 5 – фильтр; 10 – акратофор; 11 – емкость с рубашкой; 12 – приемный акратофор;  
 13, 16 – емкость для приготовления ликера; 14, 17 – фильтр; 15, 18 – емкость; 19, 20 – фильтр

Танин вводят в виноматериал в виде 10%-ного раствора в обработанном купаже виноматериалов, ЖКС в виде водного раствора, рыбий клей – 1%-ного раствора в вине, бентонит – 20%-ной водной суспензии. Количество танина, желтой кровяной соли и рыбьего клея (бентонита), вносимых в вино, определяют на основании пробных оклеек. Рекомендуются такая последовательность задачи оклеивающих веществ в виноматериал: вначале задают танин, на следующий день вносят ЖКС, затем (не ранее чем через 4 ч) – рыбий клей или бентонит. Перемешивание виноматериалов производят после внесения каждого из указанных веществ до равномерного их распределения.

Обработанный желтой кровяной солью и оклеенный ассамблированный виноматериал осветляют отстаиванием (в той же емкости (4), где проводилась обработка) в течение не более 20 сут со времени внесения ЖКС, с последующим отделением осадка. Осветленный методом отстаивания виноматериал декантируют с выпавших осадков через фильтр (5). Жидкие осадки, полученные при декантации, уплотняют и утилизируют.

Обработанные ассамблированные виноматериалы направляют на купажиrowание или в резерв. Купажирование осуществляется периодическим способом. Ассамблированные виноматериалы в определенном процентном соотношении (согласно пробному купажу) направляют в крупную емкость (6), оборудованную перемешивающим устройством.

В случае необходимости (по заключению лаборатории предприятия) купаж оклеивают рыбьим клеем в емкости (7) на основании пробной оклейки. При купажиrowании и подаче оклеивающих веществ виноматериалы перемешивают в целях равномерного распределения компонентов.

Купаж осветляют способом отстаивания в той же емкости (7) в течение не более 15 сут со времени оклейки, после чего проводят декантацию с фильтрацией.

В случае недостаточной кислотности виноматериалов в купажи вносят лимонную кислоту из расчета повышения его кислотности не более чем на 2 г/дм<sup>3</sup>. Выдержку купажей осуществляют в пульсирующем потоке или в отдельных емкостях (8) в условиях, исключающих обогащение их кислородом воздуха.

После положительного заключения лаборатории по химико-микробиологическим и органолептическим показателям готовые розливостойкие купажиrowанные виноматериалы передают на приготовление бродильной смеси или направляют в резерв.

Бродильную смесь готовят в емкости (9) из розливостойких купажей, в которые вводят резервуарный ликер (из расчета массовой концентрации сахаров в бродильной смеси 2,2 г/100 см<sup>3</sup>) и разводку активных сухих дрожжей (10–20 г/100 дм<sup>3</sup>).

Готовую бродильную смесь, температура которой не превышает 18°C, направляют на шампанизацию в аппарат для брожения (акратофор) (10), оставляя газовую камеру в размере не более 1% его вместимости. Началом брожения считают отрыв стрелки манометра от первоначального положения. Температура шампанизации после достижения в акратофоре давления 80 кПа не должна превышать 15°C, суточный прирост давления не должен быть более 30 кПа. Продолжительность процесса шампанизации вина в акратофоре 25 сут, в том числе брожение не менее 20 сут. В процессе шампанизации должно быть сброжено не менее 1,8 г/100 см<sup>3</sup> сахара и достигнуто давление в акратофоре не менее 400 кПа при 10°C.

Шампанизированное вино охлаждают в емкости с рубашкой (11) до температуры (–3)–(–4)°C (при производстве вина «Троицкое игристое» проводят вторичное брожение на «брют» с последующей выдержкой на дрожжевых осадках не менее 30 сут, затем охлаждают). Продолжительность охлаждения вина не должна составлять более 18 ч, после чего его выдерживают в этой же емкости при температуре охлаждения не менее 48 ч.

После обработки холодом шампанизированное вино подают на фильтр (5) (с одновременным дозированием экспедиционного ликера до соответствующих кондиций по массовой концентрации сахара). С фильтра вино поступает в приемные акратофоры (12), после чего направляется на розлив в бутылки. Непосредственно перед розливом производят обеспложивающее фильтрование вина.

Розлив в бутылки производят при поддержании постоянного давления в разливочной машине не менее 200 кПа и при температуре не выше –1°C. После налива вина в бутылки и укупорки продукцию подвергают тепловой обработке при температуре 40–50°C, затем охлаждают до 20–25°C и направляют на внешнее оформление. Готовую продукцию направляют на упаковку и затем в реализацию.

Для приготовления экспедиционного и резервуарного ликеров используют обработанные шампанские виноматериалы, сахарозу, лимонную кислоту, коньячный спирт, шампанизированное вино «брют».

Резервуарный ликер готовят путем растворения сахарозы в купаже (массовая концентрация сахара 60 г/100 см<sup>3</sup>) емкости (13), при тщательном перемешивании компонентов. После растворения сахара

в вине вносят лимонную кислоту, затем ликер фильтруют через фильтр (14) и направляют на выдержку в емкость (15).

Экспедиционный ликер готовят путем растворения сахарозы в шампанизированном вине «брют» (массовая концентрация сахара 70–80 г/100 см<sup>3</sup>) в емкости (16) при тщательном перемешивании компонентов. Шампанизированное вино «брют» предварительно подвергают дешампанизации. После растворения сахарозы в вине, вносят лимонную кислоту и коньячный спирт до требуемых кондиций по крепости и кислотности. Затем ликер фильтруют через фильтр (17) и направляют на выдержку в емкость (18).

Минимальные сроки выдержки ликеров (после фильтрации) перед использованием в производстве: для резервуарного ликера – 30 сут, для экспедиционного ликера – 70 сут. Перед использованием в производстве резервуарный и экспедиционный ликеры при необходимости фильтруют через фильтры (19) и (20) соответственно.

Для шампанизации вина применяются активные сухие дрожжи шампанских рас. Реактивацию сухих дрожжей проводят в 3 этапа. Первый этап – лабораторный. Сухие дрожжи разводят дистиллированной водой в бутыли емкостью 20 дм<sup>3</sup>, перемешивают и оставляют на 15 мин. На втором этапе дрожжевую разводку из бутыли вносят в дрожжевой аппарат с пастеризованной питательной средой при постоянном перемешивании воздухом и оставляют на 30 мин. На третьем этапе доводят объем культуральной жидкости в дрожжевом аппарате пастеризованной питательной средой до необходимой отметки и оставляют на 10–20 ч. В дрожжевой аппарат непрерывно подается воздух для перемешивания и аэрации культуральной жидкости. В качестве питательной среды используется бродильная смесь после пастеризации или обеспложивающей фильтрации.

Готовая дрожжевая разводка насосом-дозатором подается в бродильный акратофор (10) для приготовления бродильной смеси.

#### **4.1.2. Технология «Советского шампанского» непрерывным способом**

Технологический процесс производства «Советского шампанского» состоит из следующих операций: приемка виноматериалов; ассамблеирование и технологическая обработка виноматериалов; купажирование и технологическая обработка купажа (при необходимости); обескислороживание купажа; тепловая обработка купажа; шампанизация вина непрерывным способом в системе последовательно соеди-

ненных аппаратов; обеспложивающее фильтрование, розлив и оформление; приготовление резервуарного и экспедиционного ликеров; приготовление разводки дрожжей чистой культуры.

Поступившие в емкости (1, рис. 4.2) на завод виноматериалы проверяют на соответствие требованиям действующих технических нормативных правовых актов по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. Виноматериалы с посторонними тонами во вкусе и аромате, а также имеющие пороки и недостатки и не отвечающие предъявленным к ним требованиям, отбраковываются и в производство не допускаются.

Принятые виноматериалы насосами (2) направляют в емкости (3) на ассамблирование – объединение в крупные партии в пределах сорта одного или разных поставщиков. В целях сохранения качества виноматериалов допускается дополнение одного сорта виноматериалов другими.

На основании заключения производственной лаборатории виноматериалы обрабатывают желтой кровяной солью (ЖКС) и проводят оклейку рыбьим клеем (при необходимости с танизацией) или бентонитом в емкостях (4), снабженных перемешивающими устройствами. Обработку виноматериалов ЖКС проводят с целью удаления избыточного содержания железа (более 4 мг/дм<sup>3</sup>), раствор танина вводят в виноматериал в том случае, если в нем невелико содержание фенольных веществ. Рыбий клей и бентонит широко применяются в виноделии для удаления неустойчивых азотистых соединений, предупреждения белковых помутнений.

Танин вводят в виноматериал в виде 10%-ного раствора в обработанном купаже виноматериалов, ЖКС в виде водного раствора, рыбий клей – 1%-ного раствора в вине, бентонит – 20%-ной водной суспензии. Количество танина, желтой кровяной соли и рыбьего клея (бентонита), вносимых в вино, определяют на основании пробных оклеек. Рекомендуются такая последовательность задачи оклеивающих веществ в виноматериал: вначале задают танин, на следующий день вносят ЖКС, затем (не ранее чем через 4 ч) – рыбий клей или бентонит. Перемешивание виноматериалов производят после внесения каждого из указанных веществ до равномерного их распределения.

Обработанный желтой кровяной солью и оклеенный ассамблированный виноматериал осветляют отстаиванием (в той же емкости (4), где проводилась обработка) в течение не более 20 сут со времени внесения ЖКС, с последующим отделением осадка. Осветленный методом отстаивания виноматериал декантируют с выпавших осадков через фильтр (5). Жидкие осадки, полученные при декантации, уплотняют и утилизируют.



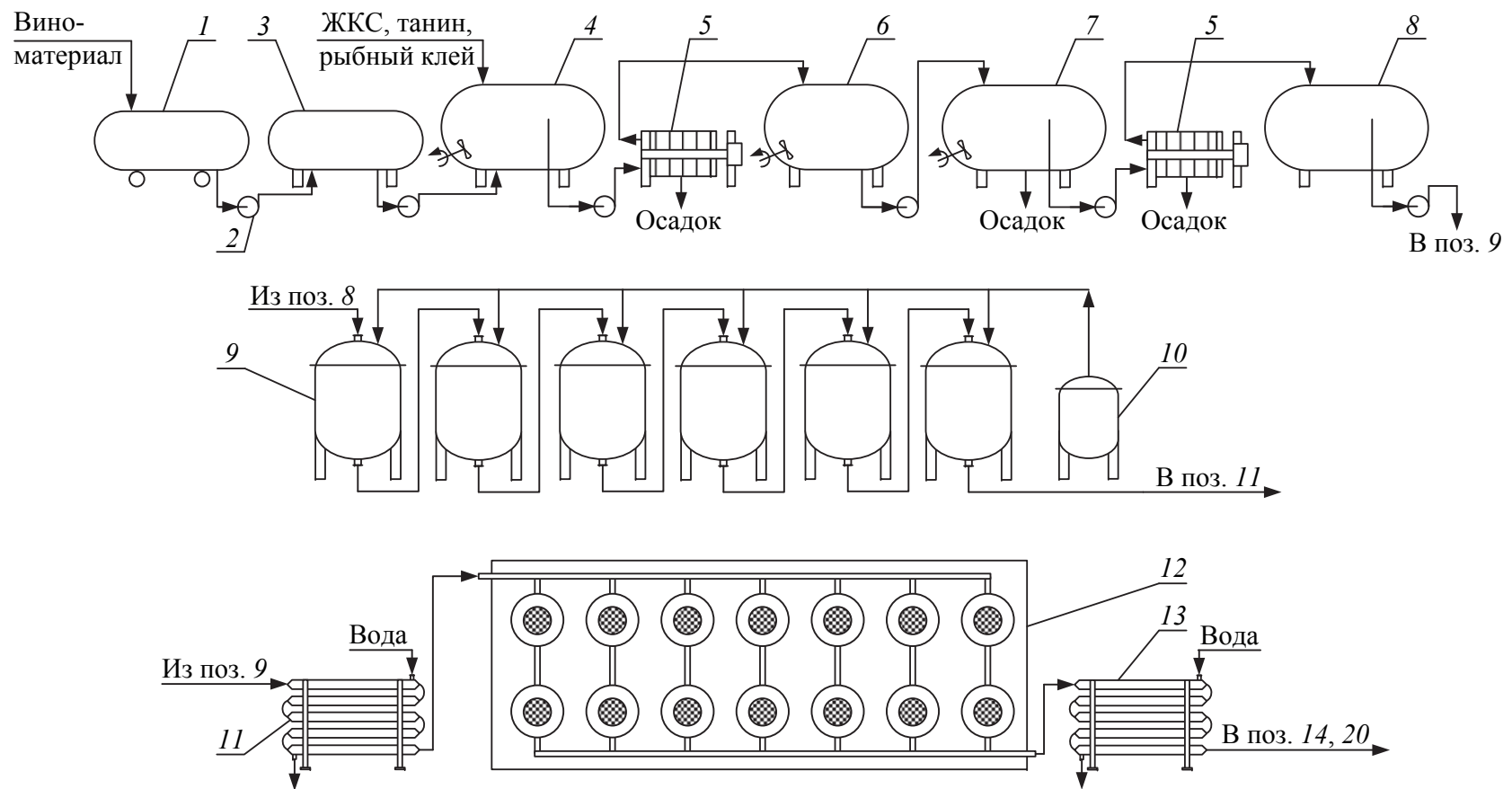


Рис. 4.2. Технологическая схема производства «Советского шампанского» непрерывным способом (начало, окончание см. на с. 130):

1, 3, 4, 6, 7, 8 – емкость; 2 – насос; 5 – фильтр; 9 – система резервуаров; 10 – дрожжегенератор; 11, 13 – теплообменник; 12 – камера тепловой обработки

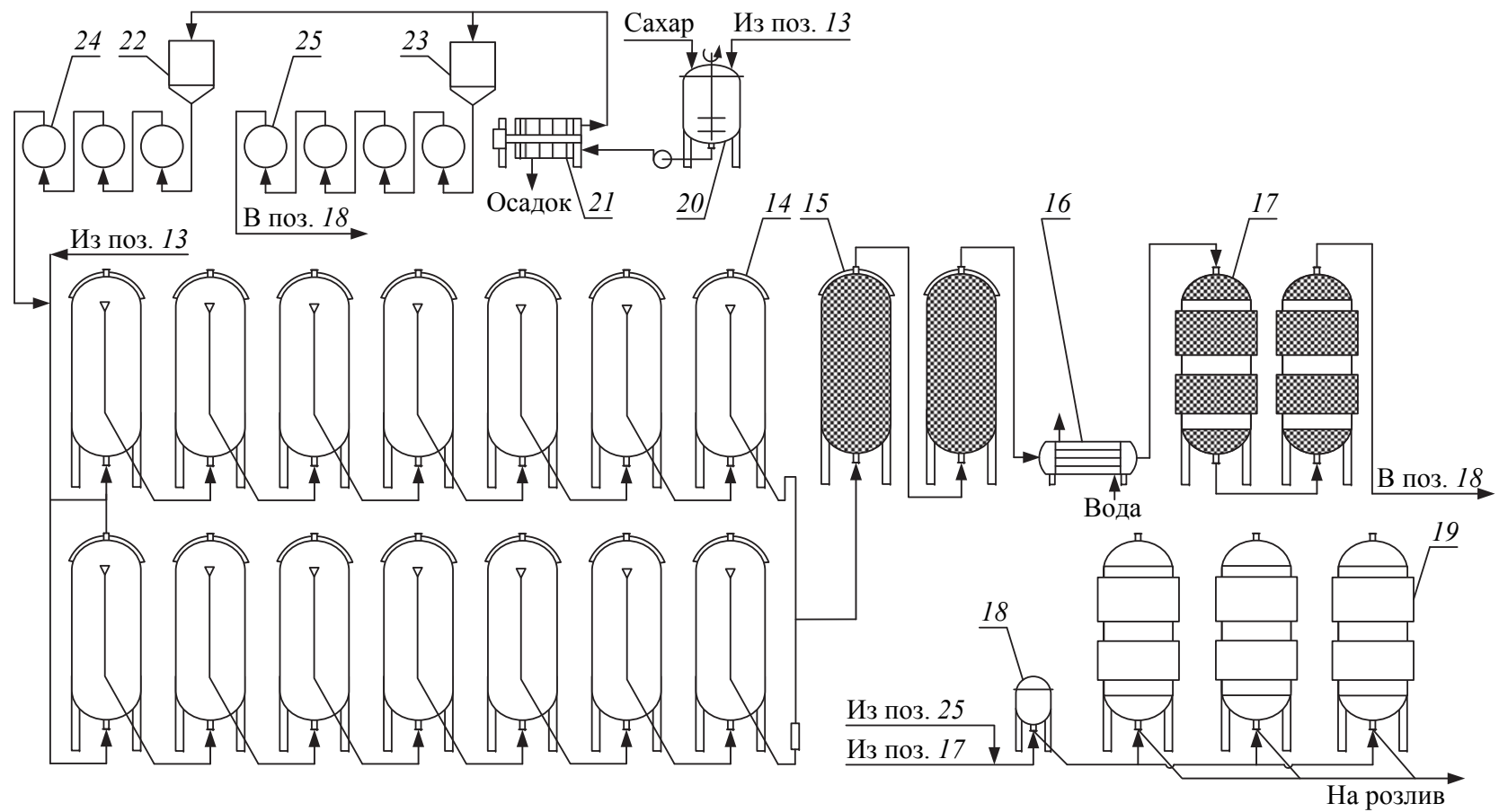


Рис. 4.2. Окончание (начало см. на с. 129):

14 – аппараты непрерывной шампанизации; 15 – биогенератор; 16 – теплообменник; 17 – термос-резервуар; 18 – фильтр;  
 19 – приемный акратофор; 20 – реактор для приготовления ликеров; 21 – фильтр; 22, 23 – напорный резервуар;  
 24 – линия выдержки резервуарного ликера; 25 – линия выдержки экспедиционного ликера

Обработанные ассамблированные виноматериалы направляют на купажиrowание или в резерв. Купажирование осуществляется периодическим способом. Ассамблированные виноматериалы, в определенном процентном соотношении (согласно пробному купажу), направляют в крупную емкость (6), оборудованную перемешивающим устройством.

В случае необходимости (по заключению лаборатории предприятия) купажи оклеивают рыбьим клеем в емкости (7) на основании пробной оклейки. При купажиrowании и подаче оклеивающих веществ виноматериалы перемешивают в целях равномерного распределения компонентов.

Купаж осветляют способом отстаивания в той же емкости (7) в течение не более 15 сут со времени оклейки, после чего проводят декантацию с фильтрацией.

В случае недостаточной кислотности виноматериалов в купажи вносят лимонную кислоту из расчета повышения их кислотности не более чем на 2 г/дм<sup>3</sup>. Выдержку купажей осуществляют в пульсирующем потоке или в отдельных емкостях (8) в условиях, исключающих обогащение их кислородом воздуха.

После положительного заключения лаборатории по химико-микробиологическим и органолептическим показателям готовые розливостойкие купажиrowанные виноматериалы передают на приготовление бродильной смеси или направляют в резерв.

При шампанизации вина непрерывным методом, в системе последовательно соединенных аппаратов, купажи непосредственно перед поступлением на приготовление бродильной смеси подвергают обескислороживанию и тепловой обработке.

Кислород воздуха, присутствующий в виноматериалах в тех или иных количествах, отрицательно влияет на физико-химические и органолептические качества шампанского. Обескислороживание купажей проводят биологическим способом в непрерывном потоке. Биологическое обескислороживание купажей осуществляют в вертикальных аппаратах (ферментерах), заполненных насадкой (9).

Купаж шампанских виноматериалов непосредственно перед направлением на приготовление бродильной смеси непрерывно подают на обескислороживание и одновременно вносят дрожжевую суспензию из дрожжегенератора (10) из расчета содержания в вине дрожжевых клеток 1–3 млн. кл./см<sup>3</sup>. При этом происходит обескислороживание вина (кислород почти полностью потребляется дрожжами в течение 3–5 ч), затем усиливаются восстановительные процессы и вино обогащается биологически активными веществами дрожжей.

Обескислороживание проводят при температуре вина не выше 12°C, так как ведение процесса при повышенной температуре создает благоприятные условия для развития инфицирующей микрофлоры (в частности, молочнокислых бактерий, вызывающих яблочно-молочное брожение, приводящее к изменению состава органических кислот).

После обескислороживания купаж подвергают тепловой обработке – нагревают до температуры 55–60°C в теплообменнике (11) и выдерживают в термоизолированных резервуарах (12), снабженных рубашками, в течение 12–24 ч. Такой режим обеспечивает пастеризацию вина, появление в его аромате и вкусе специфических оттенков качественного вина. Затем купаж охлаждают до температуры 10–18°C в теплообменнике (13), фильтруют и направляют на приготовление бродильной смеси.

Шампанизацию вина проводят непрерывным способом в системе последовательно соединенных аппаратов (14). Перед поступлением в первый бродильный аппарат в обескислороженный купаж вводят резервуарный ликер из расчета массовой концентрации сахаров в бродильной смеси 2,2 г/100 см<sup>3</sup> и дрожжевую разводку из расчета содержания клеток 3–5 млн./см<sup>3</sup> (при использовании сухих дрожжей доза составляет 10–20 г/100 дм<sup>3</sup>). В процессе шампанизации, который ведут при температуре не выше 15°C, должно быть сброжено сахара не менее 1,8 г/100 мл. При этом вторичное брожение проводят с таким расчетом, чтобы в каждом бродильном аппарате сбразивалось примерно одинаковое количество сахара. Интенсивность брожения в каждом резервуаре регулируют путем изменения температуры. Проведение процесса шампанизации в условиях постоянного повышенного давления (400–500 кПа) благоприятно сказывается на образовании и сохранении связанных форм диоксида углерода.

Выходящее из последнего бродильного аппарата шампанизированное вино направляют в биогенератор (15), заполненный насадкой, на которой задерживается часть дрожжей, подвергающаяся с течением времени естественному бескислородному автолизу, что обогащает вино биологически активными веществами, в частности азотистыми. Азотистые вещества влияют на формирование вкуса и букета шампанского, способствуют образованию и сохранению в нем связанных форм углекислоты, улучшению игристых и пенистых свойств.

Вместимость биогенератора принимают (за вычетом объема, занимаемого насадкой) с учетом обработки вина в потоке в этих аппаратах не менее 36 ч.

Выходящее из биогенератора шампанизированное вино подвергают охлаждению в кожухотрубчатом теплообменнике (16) до температуры  $-(3)-(4)^{\circ}\text{C}$  и выдерживают при температуре охлаждения в термос-резервуарах (17) не менее 24 ч. Обработка шампанизированного вина холодом способствует стабилизации шампанского против выпадения винного камня, уменьшению потерь  $\text{CO}_2$  в процессе розлива вина, более полному сохранению типичных качеств шампанского как системы вино –  $\text{CO}_2$ .

После выдержки шампанизированное вино подают на фильтр (18) (с одновременным дозированием экспедиционного ликера до соответствующих кондиций по массовой концентрации сахара). С фильтра вино поступает в приемные акратофоры (19), где выдерживается не менее 6 ч, после чего направляется на розлив в бутылки. Непосредственно перед розливом производят обеспложивающее фильтрование вина с использованием мембранного фильтра.

Производство шампанского не требует абсолютной стерильности, так как развитию микроорганизмов препятствует достаточно высокая концентрация этанола, растворенного диоксида углерода, а также избыточное давление в продукте. Тем не менее для достижения микробной стабильности, увеличения срока хранения, а тем самым и повышения качества выпускаемой продукции желательно проводить обеспложивающее фильтрование шампанского непосредственно перед розливом. Мембранное фильтрование – исключительно тонкий и надежный метод удаления микроорганизмов из любых субстратов. С помощью мембранного фильтрования из вина выводятся не только микроорганизмы, но и другие включения, которые не всегда могут быть удалены с помощью других фильтровальных материалов. К наиболее трудно фильтруемым соединениям, присутствующим в вине, относятся белки, имеющие коллоидную структуру, полифенолы и полисахариды. Как можно более полное удаление взвешенных частиц из шампанского важно еще и потому, что они могут служить центрами кавитации диоксида углерода и, как следствие, приводить к вспениванию продукта. Мягкое фильтрующее действие гарантирует сохранение ценных характеристик шампанизированного вина, а также превосходную устойчивость цвета продукции.

Розлив «Советского шампанского» осуществляется на специальных линиях розлива вин, насыщенных диоксидом углерода, что полностью исключает аэрацию вина и попадание кислорода воздуха в бутылки. Розлив в бутылки производят при поддержании постоянного давления в розливочной машине не менее 200 кПа и при температуре

не выше  $-1^{\circ}\text{C}$ . После налива вина в бутылки и укупорки продукцию подвергают тепловой обработке при температуре  $40-50^{\circ}\text{C}$ , затем охлаждают до  $20-25^{\circ}\text{C}$  и направляют на внешнее оформление. Готовую продукцию направляют на упаковку и затем в реализацию.

Для приготовления экспедиционного и резервуарного ликеров используют обработанные шампанские виноматериалы, сахарозу, лимонную кислоту, коньячный спирт, шампанизированное вино «брют».

Резервуарный и экспедиционный ликеры готовят путем растворения сахарозы в купаже (массовая концентрация сахара  $60\text{ г}/100\text{ см}^3$  и  $70-80\text{ г}/100\text{ см}^3$  соответственно) в реакторе для приготовления ликеров (20), при тщательном перемешивании компонентов. После растворения сахара в вине в резервуарный ликер вносят лимонную кислоту, в экспедиционный – лимонную кислоту и коньячный спирт до требуемых кондиций по крепости и кислотности. Затем ликеры фильтруют через фильтр (21) и через соответствующий напорный резервуар (22 – для резервуарного ликера, 23 – для экспедиционного) направляют в линию выдержки (24 – для резервуарного ликера, 25 – для экспедиционного).

Минимальные сроки выдержки ликеров (после фильтрации) перед использованием в производстве: для резервуарного ликера – 30 сут, для экспедиционного ликера – 90 сут. Непосредственно перед использованием в производстве в экспедиционный ликер вносят сернистый ангидрид из расчета  $20-25\text{ мг}/\text{дм}^3$  «Советского шампанского».

Для шампанизации вина применяются активные сухие дрожжи шампанских рас. Реактивацию сухих дрожжей проводят в 3 этапа. Первый этап – лабораторный. Сухие дрожжи разводят дистиллированной водой в бутылки емкостью  $20\text{ дм}^3$ , перемешивают и оставляют на 15 мин. На втором этапе дрожжевую разводку из бутылки вносят в дрожжевой аппарат с пастеризованной питательной средой при постоянном перемешивании воздухом и оставляют на 30 мин. На третьем этапе доводят объем культуральной жидкости в дрожжевом аппарате пастеризованной питательной средой до необходимой отметки и оставляют на 10–20 ч. В дрожжевой аппарат непрерывно подается воздух для перемешивания и аэрации культуральной жидкости. В качестве питательной среды используется бродильная смесь после пастеризации или обеспложивающей фильтрации. Готовая дрожжевая разводка насосом-дозатором подается в первый бродильный аппарат для приготовления бродильной смеси.

## 4.2. Материальные расчеты

### 4.2.1. Игристое вино резервуарным способом

В производстве игристых вин устанавливаются общие удельные нормы расхода сырья, нормы расхода сырья по компонентам, а также нормы потерь и отходов сырья.

Общая удельная норма расхода сырья – максимально допустимое его количество для производства 1000 бутылок, в каждой из которых 0,75 дм<sup>3</sup> кондиционного игристого вина. Эта норма устанавливается для каждого завода в соответствии с планируемым уровнем техники, технологии и организации производства. Нормы расхода сырья по компонентам (виноматериалы, сахар, коньячный спирт, лимонная кислота) в сумме (по объему) должны составлять удельную норму расхода сырья.

Нормы потерь и отходов учитывают предельно допустимые потери и отходы на всех стадиях технологического процесса. Их периодически пересматривают с целью снижения, учитывая совершенствование техники, технологии и организации производства.

Нормы расхода и потерь сырья по компонентам исчисляются в объемных единицах (дм<sup>3</sup>), кроме того, сахар и лимонная кислота при приготовлении ликеров – в весовых единицах (кг).

Расчет расхода сырья по компонентам для производства игристого вина периодическим способом приведен в табл. 4.1. Материальный баланс производства 1000 бутылок игристого вина марки «Троицкое игристое» представлен в табл. 4.2.

### 4.2.2. «Советское шампанское» непрерывным способом

В производстве шампанских вин устанавливаются общие удельные нормы расхода сырья, нормы расхода сырья по компонентам, а также нормы потерь и отходов сырья.

Общая удельная норма расхода сырья – максимально допустимое его количество для производства 1000 бутылок, в каждой из которых 0,75 дм<sup>3</sup> кондиционного шампанского. Эта норма устанавливается для каждого завода в соответствии с планируемым уровнем техники, технологии и организации производства.

Нормы расхода сырья по компонентам (виноматериалы, сахар, коньячный спирт, лимонная кислота) утверждаются руководителями предприятия и в сумме (по объему) должны составлять удельную норму расхода сырья.

Таблица 4.1

## Расчет расхода сырья по компонентам

Производственные операции	Норма потерь, %	Расход сырья на 1000 бутылок игристого вина (0,75 дм <sup>3</sup> ), дм <sup>3</sup>
Выход готовой продукции		750,00
Оформление бутылок с шампанским (наклеивание фольги, этикеток и кольереток, упаковка в ящики и подача на склад готовой продукции)		
Поступление		750,75
Выход		750,00
Потери	0,10	0,75
Контрольная выдержка (пастеризатор, наружная мойка бутылок, суш- ка, бракераж)		
Поступление		754,90
Выход на внешнее оформление		750,75
Потери	0,55	4,15
Розлив шампанского (розлив, укупорка, мюзлевание, бракераж)		
Поступление		782,68
Выход на контрольную выдержку		754,90
Потери	3,55	27,78
Подача на шампанизацию, шампанизация, охлаждение, выдержка при температуре охлаждения, фильтрация, наполнение приемных акрато- форов шампанизированным вином		
Поступление		784,64
Выход на розлив		782,68
Потери	0,25	1,96
Расход экспедиционного ликера Содержание сахара в готовом шампанском – 5,2%, в шампанизиро- ванном вине – 0,3%, в ликере – 70%.		$(5,2 - 0,3) \cdot 784,64 / (70 - 0,3) = 55,16$



Продолжение табл. 4.1

Производственные операции	Норма потерь, %	Расход сырья на 1000 бутылок игристого вина (0,75 дм <sup>3</sup> ), дм <sup>3</sup>
Расход бродильной смеси (купаж + резервуарный ликер + дрожжевая разводка)		$784,64 - 55,16 = 729,48$
Расход дрожжевой разводки на шампанизацию – 6%		$729,48 \cdot 6 / 100 = 43,77$
Поступление		45,52
Потери	3,84	1,75
Расход компонентов бродильной смеси: резервуарного ликера (содержание сахара в бродильной смеси – 2,2%, в ликере – 60%) дрожжевой разводки (содержание сахара в дрожжевой разводке – 2,5 %, в ликере – 60 %), в том числе: резервуарного ликера обескислороженного купажа обескислороженного купажа		$729,48 \cdot 2,2 / 60 = 26,75$  43,77  $43,77 \cdot 2,5 / 60 = 1,82$ $43,77 - 1,82 = 41,95$ $729,48 - (26,75 + 43,77) = 658,96$
Приготовление бродильной смеси Поступление: обескислороженный купаж + дрожжевая разводка на шампанизацию резервуарный ликер Выход на шампанизацию Потери (не учитываются, т. к. бродильная смесь готовится в потоке)		$658,96 + 43,77 = 702,73$ 26,75 729,48
Общий расход купажа на приготовление бродильной смеси, резервуарного ликера, входящего в ее состав, и экспедиционного ликера		$702,73 + 18,55 + 31,85 = 753,13$
Расход резервуарного ликера на приготовление бродильной смеси: для шампанизации для культивирования дрожжей  <i>Всего</i>		26,75 1,82 28,57
С учетом потерь при приготовлении и выдержке Потери	1,0	28,86 0,29

Продолжение табл. 4.1

Производственные операции	Норма потерь, %	Расход сырья на 1000 бутылок игристого вина (0,75 дм <sup>3</sup> ), дм <sup>3</sup>
Расход сахара на приготовление резервуарного ликера (0,95 – коэффициент пересчета инвертного сахара в сахарозу; 99,95 – содержание сахарозы в техническом сахаре, %; 0,623 – коэффициент перевода весовых единиц в объемные) Расход купажа Расход лимонной кислоты (титруемая кислотность купажа – 8,2 г/дм <sup>3</sup> ; ликера – 8,3 г/дм; 0,93 – коэффициент пересчета винной кислоты в лимонную, 0,648 – коэффициент перевода весовых единиц в объемные) Расход купажа с учетом объема лимонной кислоты		$0,95 \cdot 28,86 \cdot 60 / 99,95 = 16,46$ кг, или $16,46 \cdot 0,623 = 10,25$ дм <sup>3</sup>  $28,86 - 10,25 = 18,61$ $0,93 \cdot (8,3 \cdot 28,86 - 8,2 \cdot 18,61) / 1000 =$ $0,081$ кг, или $0,081 \cdot 0,648 = 0,052$ дм <sup>3</sup> $18,61 - 0,052 = 18,55$
Расход экспедиционного ликера С учетом потерь при приготовлении и выдержке Потери Расход сахара на приготовление экспедиционного ликера  Расход коньячного спирта Расход купажа Расход лимонной кислоты Расход купажа с учетом объема лимонной кислоты	1,0	55,16 55,72 0,56 $0,95 \cdot 55,72 \cdot 70 / 99,95 = 37,01$ кг, или $37,01 \cdot 0,623 = 23,06$ дм <sup>3</sup> 0,76 $55,72 - 23,06 - 0,76 = 31,90$ 0,052 $31,90 - 0,052 = 31,85$
Фильтрация купажа Поступление Выход Потери	0,24	754,94 753,13 1,81
Выдержка купажа в потоке Поступление Выход Потери	0,40	757,97 754,94 3,03

Окончание табл. 4.1

Производственные операции	Норма потерь, %	Расход сырья на 1000 бутылок игристого вина (0,75 дм <sup>3</sup> ), дм <sup>3</sup>
Фильтрация купажа (подвергают фильтрации 30 % купажа)		
Поступление		$757,97 \cdot 30 / 100 = 227,91$
Выход		$757,97 \cdot 30 / 100 = 227,39$
Потери	0,23	0,52
Контрольная выдержка купажа (10 дней)		
Поступление		$(757,97 + 0,52) \cdot 100 / 100 - 0,01 =$ $= 758,56$
Выход		$757,97 + 0,52 = 758,49$
Потери	0,01	0,07
Фильтрация купажа		
Поступление		759,62
Выход		758,56
Потери	0,14	1,06
Купажирование с обработкой ЖКС		
Поступление		760,38
Выход		759,62
Потери	0,10	0,76
Приемка виноматериалов		
Поступление		761,06
Выход		760,38
Потери	0,09	0,68

Таблица 4.2

**Материальный баланс производства 1000 бутылок игристого вина  
периодическим способом**

Компоненты сырья и потери в производстве	Расход сырья на 1000 бутылок игристого вина (0,75 дм <sup>3</sup> ), дм <sup>3</sup>
<i>Поступление:</i>	
Виноматериалы	761,06
Сахар	33,31
Коньячный спирт	0,76
Лимонная кислота	0,10
Итого:	795,2
<i>Расход:</i>	
Готовое шампанское	750,0
<i>Потери на операциях:</i>	
Внешнее оформление бутылок с шампанским	0,75
Контрольная выдержка	4,15
Розлив, укупорка, мюзлевание, бракераж	27,78
Подача на шампанизацию, шампанизация в бродильных акратофорах, охлаждение, выдержка при температуре охлаждения, фильтрация, наполнение приемных резервуаров шампанизированным вином	1,96
Приготовление резервуарного ликера	0,29
Приготовление экспедиционного ликера	0,56
Приготовление дрожжевой разводки	1,75
Фильтрация купажа	1,81
Выдержка купажа в потоке	3,03
Фильтрация купажа	0,52
Контрольная выдержка купажа	0,07
Фильтрация купажа	1,06
Купажирование с обработкой ЖКС	0,76
Приемка виноматериалов	0,68
Общий расход	795,2

Нормы потерь и отходов учитывают предельно допустимые потери и отходы на всех стадиях технологического процесса. Их периодически пересматривают с целью снижения, учитывая совершенствование техники, технологии и организации производства.

Расчет расхода сырья по компонентам приведен в табл. 4.3.

Материальный баланс производства 1000 бутылок «Советского шампанского» в непрерывном потоке представлен в табл. 4.4.

Таблица 4.3

## Расчет расхода сырья по компонентам

Производственные операции	Норма потерь, %	Расход сырья на 1000 бутылок шампанского (0,75 дм <sup>3</sup> ), дм <sup>3</sup>
Выход готовой продукции		750,00
Оформление бутылок с шампанским (наклеивание фольги, этикеток и кол- ереток, упаковка в ящики и подача на склад готовой продукции)		
Поступление		750,75
Выход		750,00
Потери	0,10	0,75
Контрольная выдержка (пастеризатор, наружная мойка бутылок, сушка, бракераж)		
Поступление		754,90
Выход на внешнее оформление		750,75
Потери	0,55	4,15
Розлив шампанского (розлив, укупорка, мюзлевание, бракераж)		
Поступление		782,68
Выход на контрольную выдержку		754,90
Потери	3,55	27,78
Подача на шампанизацию, шампанизация в непрерывном потоке, биоге- нерация, охлаждение, выдержка при температуре охлаждения, фильтра- ция, наполнение приемных акратофоров шампанизированным вином		
Поступление		786,21
Выход на розлив		782,68
Потери	0,45	3,53
Расход экспедиционного ликера Содержание сахара в готовом шампанском – 1,2%, в шампанизированном вине – 0,3%, в ликере – 70%.		$(1,2 - 0,3 \cdot 786,21 / (70 - 0,3)) = 10,15$
Расход бродильной смеси (купаж + резервуарный ликер + дрожжевая раз- водка)		$786,21 - 10,15 = 776,06$

Продолжение табл. 4.3

Производственные операции	Норма потерь, %	Расход сырья на 1000 бутылок шампанского (0,75 дм <sup>3</sup> ), дм <sup>3</sup>
Расход дрожжевой разводки на шампанизацию – 6% (при использовании в качестве питательной среды обескислороженного купажа объем дрожжевой разводки из бродильной смеси не вычитается)		$776,06 \cdot 6 / 100 = 46,56$
Расход компонентов бродильной смеси: – резервуарного ликера (содержание сахара в бродильной смеси – 2,2 %, в ликере – 60%) – дрожжевой разводки (содержание сахара в дрожжевой разводке – 2,5 %, в ликере – 60%) В том числе: – резервуарного ликера – обескислороженного купажа – обескислороженного купажа		$776,06 \cdot 2,2 / 60 = 28,45$  46,56  $46,56 \cdot 2,5 / 60 = 1,94$ $46,56 - 1,94 = 44,62$ $776,06 - (28,45 + 46,56) = 701,05$
Приготовление бродильной смеси Поступление: – обескислороженный купаж + дрожжевая разводка на шампанизацию – резервуарный ликер Выход на шампанизацию Потери (в связи с приготовлением бродильной смеси в потоке не учитываются).		$701,05 + 46,56 = 747,61$  28,45 776,06
Повторное обескислороживание Поступление Выход на приготовление бродильной смеси Потери	0,14	748,65 747,61 1,04

Продолжение табл. 4.3

Производственные операции	Норма потерь, %	Расход сырья на 1000 бутылок шампанского (0,75 дм <sup>3</sup> ), дм <sup>3</sup>
Подача купажа на повторное обескислороживание с введением дрожжевой разводки Поступление: – дрожжевая разводка, включающая резервуарный ликер (содержание сахара в дрожжевой разводке – 2,5 %, в ликере – 60 %) – то же с учетом потерь при приготовлении дрожжевой разводки для шампанизации – потери в составе дрожжевой разводки: – резервуарного ликера – обескислороженного купажа – то же с учетом потерь – потери – обескислороженный купаж Выход на повторное обескислороживание Расход купажа для повторного обескислороживания	0,05	46,56  46,62 0,06  $46,62 \cdot 2,5 / 60 = 1,94$ $46,62 - 1,94 = 44,68$ 44,70 0,02 $748,65 - 46,62 = 702,03$ $46,62 + 702,03 = 748,65$ $702,03 + 44,70 = 746,73$
Общий расход купажа на приготовление бродильной смеси, резервуарного ликера, входящего в ее состав, и экспедиционного ликера		$746,73 + 19,74 + 0,31 + 4,89 = 771,67$
Расход резервуарного ликера а) На приготовление бродильной смеси: – для шампанизации – для культивирования дрожжей <i>Всего</i>  С учетом потерь при приготовлении и выдержке Потери		28,45 1,94 30,39  30,69 0,3
	1,0	

Продолжение табл. 4.3

Производственные операции	Норма потерь, %	Расход сырья на 1000 бутылок шампанского (0,75 дм <sup>3</sup> ), дм <sup>3</sup>
<p>Расход сахара на приготовление резервуарного ликера (0,95 – коэффициент пересчета инвертного сахара в сахарозу; 99,95 – содержание сахарозы в техническом сахаре, %)</p> <p>Расход купажа</p> <p>Расход лимонной кислоты (титруемая кислотность купажа – 8,2 г/дм<sup>3</sup>; ликера – 8,3 г/дм; 0,93 – коэффициент пересчета винной кислоты в лимонную, 0,648 – коэффициент перевода весовых единиц в объемные)</p> <p>Расход купажа с учетом объема лимонной кислоты</p> <p>б) На приготовление дрожжевой разводки для обескислороживания (см. ниже).</p> <p>С учетом потерь при приготовлении и выдержке</p> <p>Потери</p> <p>Расход сахара на приготовление резервуарного ликера</p> <p>Расход купажа</p> <p>Количество лимонной кислоты не учитывается (расход незначительный)</p>	0,02	$0,95 \cdot 30,69 \cdot 60 / 99,95 = 17,50 \text{ кг,}$ или $17,50 \cdot 0,623 = 10,90 \text{ дм}^3$  $30,69 - 10,90 = 19,79$ $0,93 \cdot (8,3 \cdot 30,69 - 8,2 \cdot 19,79) / 1000 =$ $= 0,085 \text{ кг,}$ или $0,085 \cdot 0,648 = 0,05 \text{ дм}^3$  $19,79 - 0,05 = 19,74$  0,47 0,48 0,01 $0,95 \cdot 0,48 \cdot 60 / 99,95 = 0,27 \text{ кг,}$ или $0,27 \cdot 0,623 = 0,17 \text{ дм}^3$ $0,48 - 0,17 = 0,31$
<p>Расход экспедиционного ликера</p> <p>С учетом потерь при приготовлении и выдержке</p> <p>Потери</p> <p>Расход сахара на приготовление экспедиционного ликера</p> <p>Расход коньячного спирта (10,5 % об.)</p> <p>Расход купажа</p> <p>Расход лимонной кислоты</p> <p>Расход купажа с учетом объема лимонной кислоты</p>	1,0	10,15 10,25 0,1 $0,95 \cdot 10,25 \cdot 70 / 99,95 = 6,82 \text{ кг,}$ или $6,82 \cdot 0,623 = 4,25 \text{ дм}^3$ $10,25 \cdot 0,105 = 1,08$ $10,25 - 4,25 - 1,08 = 4,92$ $0,93 \cdot (8,3 \cdot 10,25 - 8,2 \cdot 4,92) / 1000 =$ $= 0,04 \text{ кг, или } 0,04 \cdot 0,648 = 0,03 \text{ дм}^3$ $4,92 - 0,03 = 4,89$



Продолжение табл. 4.3

Производственные операции	Норма потерь, %	Расход сырья на 1000 бутылок шампанского (0,75 дм <sup>3</sup> ), дм <sup>3</sup>
Фильтрация купажа		
Поступление		773,53
Выход		771,67
Потери	0,24	1,86
Обработка купажа теплом, выдержка при температуре нагрева, охлаждение до технологической температуры		
Поступление		776,94
Выход		773,53
Потери	0,44	3,41
Выдержка купажа в потоке		
Поступление		780,06
Выход		776,94
Потери	0,4	3,12
Обескислороживание купажа		
Поступление		780,45
Выход обескислороженного купажа		780,06
Потери	0,05	0,39
В том числе:		
– купаж (100%)		$780,45 \cdot 100 / 101,5 = 768,91$
– дрожжевая разводка (1,5%)		$768,91 \cdot 1,5 / 101,5 = 11,36$
В том числе:		
– резервуарный ликер		$11,36 \cdot 2,5 / 60 = 0,47$
– то же с учетом потерь на приготовление дрожжевой разводки для обескислороживания:		0,48
– сахар		0,17
– купаж		0,31
– обескислороженный купаж		$11,36 - 0,47 = 10,89$

Продолжение табл. 4.3

Производственные операции	Норма потерь, %	Расход сырья на 1000 бутылок шампанского (0,75 дм <sup>3</sup> ), дм <sup>3</sup>
– то же с учетом потерь при приготовлении дрожжевой разводки для обескислороживания:		10,90
Потери	0,05	0,01
Расход купажа на обескислороживание за вычетом количества, пошедшего на резервуарный ликер для бродильной смеси и на экспедиционный ликер		$768,91 - (19,74 + 4,89) = 744,28$
Общий расход купажа на обескислороживание		$768,91 + 10,90 + 0,31 = 780,12$
Общий расход дрожжевой разводки на обескислороживание купажа и шампанизацию в непрерывном потоке		$46,62 + 11,36 = 57,98$
В том числе:		
– резервуарный ликер		$1,94 + 0,47 = 2,41$
– обескислороженный купаж		$44,68 + 10,89 = 55,57$
– то же с учетом потерь при приготовлении дрожжевой разводки		$44,70 + 10,90 = 55,60$
Потери	0,05	0,03
Фильтрация купажа (подвергают фильтрации 30% купажа)		
Поступление		234,57
Выход		$780,12 \cdot 30 / 100 = 234,03$
Потери	0,23	0,54
Контрольная выдержка купажа (12 дней)		
Поступление		780,76
Выход		$780,12 + 0,54 = 780,66$
Потери из расчета 0,4% годовых ( $0,4 \cdot 12 / 365$ )	0,013	0,10
Фильтрация купажа		
Поступление		781,84
Выход		780,76
Потери	0,14	1,08

Окончание табл. 4.3

Производственные операции	Норма потерь, %	Расход сырья на 1000 бутылок шампанского (0,75 дм <sup>3</sup> ), дм <sup>3</sup>
Купажирование с обработкой ЖКС		
Поступление		782,62
Выход		781,84
Потери	0,10	0,78
Приемка виноматериалов		
Поступление		783,32
Выход		782,62
Потери	0,09	0,70

Таблица 4.4

**Материальный баланс производства 1000 бутылок  
шампанского в непрерывном потоке**

Компоненты сырья и потери в производстве	Расход сырья на 1000 бутылок, дм <sup>3</sup>
<i>Поступление:</i>	
Виноматериалы	783,32
Сахар	15,32
Коньячный спирт	1,08
Лимонная кислота	0,08
<i>Итого</i>	799,8
<i>Расход:</i>	
Готовое шампанское	750,0
<i>Потери на операциях:</i>	
Внешнее оформление бутылок с шампанским	0,75
Контрольная выдержка	4,15
Розлив, укупорка, мюзлевание, бракераж	27,78
Подача на шампанизацию, шампанизация в непрерывном потоке, биогенерация, охлаждение, выдержка при температуре охлаждения, фильтрация, наполнение приемных резервуаров шампанизированным вином.	3,53
Подача купажа на повторное обескислороживание с введением дрожжевой разводки, повторное обескислороживание	1,04
Фильтрация купажа	1,86
Обработка купажа теплом, выдержка при температуре нагрева, охлаждение до технологической температуры	3,41
Выдержка купажа в потоке	3,12
Обескислороживание купажа	0,39
Приготовление резервуарного ликера	0,31
Приготовление экспедиционного ликера	0,10
Приготовление дрожжевой разводки	0,03
Фильтрация купажа	0,54
Контрольная выдержка купажа	0,10
Фильтрация купажа	1,09
Купажирование с обработкой ЖКС	0,78
Приемка виноматериалов	0,70
Общий расход	799,8

### 4.3. Тепловые расчеты

#### 4.3.1. Игристое вино резервуарным способом

Низкие температуры брожения оказывают положительное влияние на вина. Поэтому для получения вин высокого качества в процес-

се брожения необходимо поддерживать определенную температуру ( $15^{\circ}\text{C}$ ), не допуская ее повышения.

Количество тепла, выделяемого при брожении бродильной смеси с учетом ее сахаристости (22%), рассчитывают исходя из того, что при брожении одного грамм-моля сахара, равного 180 г, выделяется 98 кДж тепла.

Далее рассчитывают, на сколько градусов может повыситься температуру бродильной смеси такое количество тепла, принимая теплоемкость бродильной смеси равной  $4,187 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$ .

Количество хладагента (воды) для охлаждения бродильной смеси при брожении рассчитывают по формуле (1.98).

Количество хладагента (пропиленгликоля) для охлаждения бродильной смеси после окончания брожения до температуры  $-3^{\circ}\text{C}$  рассчитывают по формуле (1.98), принимая теплоемкость пропиленгликоля  $2,35 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$ .

#### **4.3.2. «Советское шампанское» непрерывным способом**

Стадией производства «Советского шампанского» непрерывным способом, требующей расхода теплоносителя, является нагрев обработанного и прошедшего стадию биологического обескислороживания купажа температурой  $12^{\circ}\text{C}$  в кожухотрубчатом теплообменнике до температуры  $55^{\circ}\text{C}$  (теплоноситель – горячая вода).

Стадии производства «Советского шампанского» непрерывным способом, требующие расхода охлаждающих агентов, включают:

- охлаждение нагретого до  $55^{\circ}\text{C}$  купажа до температуры  $15^{\circ}\text{C}$  холодной водой до поступления на брожение;
- охлаждение выходящего из последнего бродильного аппарата шампанизированного вина температурой  $15^{\circ}\text{C}$  до  $9^{\circ}\text{C}$  перед направлением в биогенератор, где поддерживают данную температуру;
- охлаждение вина до температуры  $-3^{\circ}\text{C}$  в теплообменнике, хладагентом в котором является пропиленгликоль.

Дальнейшие изменения температуры продукта (до розлива его в бутылки) не существенны, и в тепловых расчетах ими можно пренебречь.

Количество тепла, затраченного на нагрев купажа и снятого при охлаждении купажа (или вина), определяют по формуле (1.97), принимая удельную теплоемкость продукта  $3,759 \text{ кДж}/\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}$ .

Расходы теплоносителей и хладагентов на стадиях производства «Советского шампанского» непрерывным способом определяют по формуле (1.98). Удельная теплоемкость пропиленгликоля  $2,35 \text{ кДж}/\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}$ .

## 4.4. Расчет и подбор оборудования

### 4.4.1. Игристое вино резервуарным способом

Для приемки и обработки виноматериалов применяют емкости, каждая из которых предназначена для виноматериалов определенного сорта. Эти емкости одновременно выполняют функции напорных (расходных) резервуаров. Они оборудуются перемешивающими устройствами.

Приемка виноматериалов длится с января по май включительно.

Количество емкостей  $n$  рассчитывается по формуле

$$n = \frac{G \cdot P}{k \cdot V}, \quad (4.1)$$

где  $G$  – количество виноматериалов всех сортов, поступающих в месяц,  $\text{дм}^3$ ;  $P$  – коэффициент неравномерности поступления виноматериалов ( $P = 1,2-1,5$ );  $k$  – коэффициент оборачиваемости емкости;  $V$  – объем цистерны,  $\text{дм}^3$  ( $V = 50\,000 \text{ дм}^3$ ).

Коэффициент  $k$  рассчитывают по формуле

$$k = \frac{n_{\text{сут}} \cdot t}{T}, \quad (4.2)$$

где  $n_{\text{сут}}$  – количество суток поступления виноматериалов в месяц, сут ( $n_{\text{сут}} = 5$  сут);  $t$  – количество часов поступления виноматериалов в сутки, ч ( $t = 8$  ч);  $T$  – длительность технологического цикла оборота одной емкости, ч.

Длительность технологического цикла  $T$  определяют по формуле

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \quad (4.3)$$

где  $t_1$  – время разгрузки одной емкости, ч ( $t_1 = 13$  ч);  $t_2$  – время подготовки емкости к очередной загрузке, ч (мойка и профилактический осмотр, ориентировочно  $t_2 = 5-7$  ч);  $t_3$  – время заполнения цистерны, ч ( $t_3 = 4$  ч);  $t_4$  – время на химический анализ и введение раствора ЖКС, ч ( $t_4 = 20$  ч).

Объединенный поток виноматериалов поступает для обработки в батарею последовательно соединенных вертикальных емкостей, количество которых рассчитывают по формуле

$$n = \frac{G \cdot t \cdot 24}{V} + n_{\text{доп}}, \quad (4.4)$$

$n$  – количество емкостей в батарее обработки виноматериалов ЖКС и оклеивающими веществами, шт.;  $G$  – производительность установки для обработки виноматериалов в потоке,  $\text{дм}^3/\text{ч}$ ;  $t$  – длительность контакта вина с оклеивающими веществами, сут (до 3 сут);  $V$  – объем цистерны,  $\text{дм}^3$  ( $V = 50\,000 \text{ дм}^3$ );  $n_{\text{доп}}$  – дополнительное количество емкостей, необходимое для бесперебойной работы батареи при последовательной мойке и профилактике ( $n_{\text{доп}} = 1$ ).

Осветленный купаж поступает в батарею емкостей контрольной выдержки, количество которых рассчитывается по формуле

$$n = \frac{G \cdot t \cdot 24}{V}, \quad (4.5)$$

где  $n$  – количество емкостей в батарее, шт.;  $G$  – производительность установки,  $\text{дм}^3/\text{ч}$ ;  $t$  – длительность контрольной выдержки, сут ( $t = 10$  сут);  $V$  – объем цистерны,  $\text{дм}^3$  ( $V = 50\,000 \text{ дм}^3$ ).

Часть купажа направляют на выдержку в потоке, а другую – на шампанизацию. Количество емкостей  $n$ , необходимых для выдержки в потоке резерва купажей, определяют по формуле

$$n = \frac{(G \cdot t \cdot 24) - (W \cdot t \cdot 24)}{V}, \quad (4.6)$$

где  $G$  – производительность установки,  $\text{дм}^3/\text{ч}$ ;  $t$  – продолжительность поступления (приемки) виноматериалов, сут ( $t = 5$  сут);  $W$  – количество купажа, поступающего на шампанизацию,  $\text{дм}^3/\text{ч}$ ;  $V$  – объем цистерн,  $\text{дм}^3$  ( $V = 50\,000 \text{ дм}^3$ ).

Количество ферментеров установки культивирования дрожжей в потоке  $n$  (дрожжанки) рассчитывают по формуле

$$n = \frac{G_{\text{др}} \cdot t \cdot 24}{V \cdot k}, \quad (4.7)$$

где  $G_{\text{др}}$  – общий расход дрожжевой разводки на шампанизацию,  $\text{дм}^3/\text{ч}$ ;  $t$  – продолжительность генерации, сут ( $t = 2$  сут);  $V$  – объем ферментера,  $\text{дм}^3$  ( $V = 650 \text{ дм}^3$ );  $k$  – коэффициент заполнения ( $k = 0,96$ ).

Количество резервуаров для выдержки ликеров  $n$  определяют по формулам:

- для резервуарного ликера

$$n = \frac{(G_{\text{бс}} + G_{\text{пс}}) \cdot t \cdot 24}{V}, \quad (4.8)$$

где  $G_{\text{бс}}$  – расход ликера на приготовление бродильной смеси,  $\text{дм}^3/\text{ч}$ ;  $G_{\text{пс}}$  – расход ликера на приготовление питательной среды  $\text{дм}^3/\text{ч}$ ;  $t$  – продолжительность выдержки ликера, сут ( $t = 30$  сут);  $V$  – объем резервуара для выдержки,  $\text{дм}^3$  ( $V = 10\,000$   $\text{дм}^3$ );

- для экспедиционного ликера

$$n = \frac{G_{\text{л}} \cdot t \cdot 24}{V}, \quad (4.9)$$

здесь  $G_{\text{л}}$  – среднегодовой расход экспедиционного ликера,  $\text{дм}^3/\text{ч}$ .

Принимаем количество бродильных акратофоров  $n = 15$  объемом  $20\,000$   $\text{дм}^3$  каждый.

Количество приемных резервуаров  $n$  определяют по формуле

$$n = \frac{(G_{\text{акр}} + G_{\text{л}}) \cdot k \cdot 24 \cdot z}{V}, \quad (4.10)$$

где  $G_{\text{акр}}$  – производительность бродильного акратофора  $\text{дм}^3/\text{ч}$ ;  $G_{\text{л}}$  – среднегодовой расход экспедиционного ликера,  $\text{дм}^3/\text{ч}$ ;  $k$  – коэффициент оборачиваемости резервуара, сут;  $z$  – число нерабочих и праздничных дней в году ( $z = 110$  дней).

Значение  $k$  определяют по формуле

$$k = \frac{24}{t_1 + t_2 + t_3}, \quad (4.11)$$

где  $t_1$  – время заполнения акратофора, ч ( $t_1 = 6$  ч);  $t_2$  – время выдержки вина в акратофоре, ч ( $t_2 = 6$  ч);  $t_3$  – время розлива акратофора, ч ( $t_3 = 2$  ч).

Производительность бродильного акратофора  $G_{\text{акр}}$  определяют по формуле

$$G_{\text{акр}} = \frac{V}{t_{\text{бр}} \cdot 24}, \quad (4.12)$$

здесь  $V$  – объем бродильного акратофора,  $\text{дм}^3$  ( $V = 20\,000$   $\text{дм}^3$ );  $t_{\text{бр}}$  – время брожения, сут ( $t_{\text{бр}} = 25$  сут).

Мощность предприятия:

$$M = \frac{\sum G_{\text{акр}} \cdot 24 \cdot 353}{G_{\text{с}}}, \quad (4.13)$$

где  $M$  – мощность предприятия, тыс. бутылок в год;  $\sum G_{\text{акр}}$  – суммарная производительность бродильных акратофоров,  $\text{дм}^3/\text{ч}$ ;  $353$  – годо-



вой фонд рабочего времени за вычетом времени простоев, сут;  $G_c$  – расход сырья на 1000 бутылок,  $\text{дм}^3$ .

#### 4.4.2. «Советское шампанское» непрерывным способом

При шампанизации вина непрерывным методом обработанный купаж поступает в приемные акратофоры, количество которых рассчитывают по формуле

$$n = \frac{G_{\text{куп}} \cdot 24}{V}, \quad (4.14)$$

где  $n$  – количество приемных акратофоров, шт.;  $G_{\text{куп}}$  – расход обработанного купажа,  $\text{дм}^3/\text{ч}$ ;  $V$  – объем акратофора,  $\text{дм}^3$  ( $V = 7800 \text{ дм}^3$ ).

Затем купаж направляют на обескислороживание. Эта операция осуществляется в вертикальных резервуарах, заполненных полиэтиленовым наполнителем. Необходимое количество резервуаров  $n$  определяют по формуле

$$n = \frac{(G_{\text{куп}} + G_{\text{др}}) \cdot t}{V \cdot k}, \quad (4.15)$$

где  $G_{\text{куп}}$  – общий расход купажа на обескислороживание,  $\text{дм}^3/\text{ч}$ ;  $G_{\text{др}}$  – расход дрожжевой разводки на обескислороживание,  $\text{дкл}/\text{ч}$ ;  $t$  – длительность процесса обескислороживания и обогащения вина биологически активными веществами, ч ( $t = 10$  ч);  $V$  – объем резервуара,  $\text{дм}^3$  ( $V = 7800 \text{ дм}^3$ );  $k$  – коэффициент, учитывающий уменьшение объема резервуара за счет наполнителей (для полиэтиленовых  $k = 0,82$ ).

После обескислороживания купаж направляют на шампанизацию. Перед шампанизацией купаж подвергают термической обработке в кожухотрубчатом теплообменнике, а затем охлаждают. Количество резервуаров для выдержки купажа в потоке при температуре нагрева  $n$  определяют по формуле

$$n = \frac{G_{\text{куп}} \cdot t}{V}, \quad (4.16)$$

где  $G_{\text{куп}}$  – расход купажа для выдержки в потоке,  $\text{дм}^3/\text{ч}$ ;  $t$  – продолжительность выдержки, ч;  $V$  – объем резервуара,  $\text{дм}^3$  ( $V = 7800 \text{ дм}^3$ ).

Количество ферментеров установки культивирования дрожжей в потоке  $n$ :

$$n = \frac{G_{\text{др}} \cdot 24 \cdot t}{V \cdot k}, \quad (4.17)$$

где  $G_{др}$  – общий расход дрожжевой разводки (на обескислороживание и шампанизацию),  $дм^3/ч$ ;  $t$  – продолжительность генерации, сут ( $t = 2$  сут);  $V$  – объем ферментера (дрожжанки),  $дм^3$  ( $V = 100 дм^3$ );  $k$  – коэффициент заполнения ( $k = 0,8$ ).

Количество резервуаров для выдержки ликера  $n$  определяют по формуле:

- для резервуарного ликера

$$n = \frac{(G_{бс} + G_{др}) \cdot t \cdot 24}{V}, \quad (4.18)$$

где  $G_{бс}$  – расход ликера на приготовление бродильной смеси,  $дм^3/ч$  ( $G_{бс} = 5 дм^3/ч$ );  $G_{др}$  – расход ликера на приготовление дрожжевой разводки,  $дм^3/ч$  ( $G_{др} = 0,3 дм^3/ч$ );  $t$  – продолжительность выдержки ликера, сут ( $t = 30$  сут);  $V$  – объем резервуара для выдержки, ( $V = 7800 дм^3$ ).

- для экспедиционного ликера

$$n = \frac{G_{л} \cdot t \cdot 24}{V}, \quad (4.19)$$

где  $G_{л}$  – расход экспедиционного ликера,  $дм^3/ч$  ( $G_{л} = 1,8 дм^3/ч$ );  $t$  – продолжительность выдержки ликера, сут ( $t = 90$  сут);  $V$  – объем резервуара для выдержки ( $V = 7800 дм^3$ ).

Количество биогенераторов  $n$  определяют по формуле

$$n = \frac{\sum G_{шамп} \cdot t}{V \cdot k}, \quad (4.20)$$

где  $\sum G_{шамп}$  – суммарная производительность линий шампанизации,  $дм^3/ч$ ;  $t$  – время пребывания шампанизированного вина в биогенераторах, ч ( $t = 14–20$  ч);  $V$  – объем резервуаров,  $дм^3$  ( $V = 25\ 000 дм^3$ );  $k$  – коэффициент, учитывающий уменьшение объема резервуаров за счет наполнителей ( $k = 0,82$ ).

Суммарная производительность линий шампанизации  $\sum G_{шамп}$ :

$$\sum G_{шамп} = G_{шамп} \cdot n, \quad (4.21)$$

где  $G_{шамп}$  – производительность одной линии шампанизации вина,  $дм^3/ч$ ;  $n$  – количество линий шампанизации.

Производительность одной линии шампанизации вина  $G_{шамп}$ :

$$G_{шамп} = K \cdot (V_{бр.ап} + V_{бр} \cdot k), \quad (4.22)$$

где  $K$  – коэффициент потока ( $k = 0,00245$  – соответствует продолжительности процесса шампанизации вина 17 сут);  $V_{бр.ап}$  – общая вместимость бродильных аппаратов,  $дм^3$ ;  $V_{бр}$  – вместимость биогенератора,  $дм^3$  ( $V_{бр} = 25\ 000\ дм^3$ );  $k$  – коэффициент, учитывающий уменьшение объема биогенератора за счет наполнителей ( $k = 0,82$ ).

В каждой линии шампанизации должно быть не менее восьми бродильных резервуаров (с учетом биогенератора). Принимаем, что одна линия шампанизации вина в непрерывном потоке состоит из семи бродильных аппаратов и одного биогенератора.

Количество приемных резервуаров  $n$  определяют по формуле

$$n = \frac{(\sum G_{шамп} + G_{л}) \cdot k \cdot 24 \cdot z}{V}, \quad (4.23)$$

где  $\sum G_{шамп}$  – суммарная производительность линий шампанизации,  $дм^3/ч$ ;  $G_{л}$  – расход экспедиционного ликера,  $дм^3/ч$ ;  $k$  – коэффициент оборачиваемости резервуара, сут;  $z$  – число непрерывных нерабочих и праздничных дней в году ( $z =$  не менее 3).

Значение  $k$  определяют по формуле

$$k = \frac{24}{t_1 + t_2 + t_3}, \quad (4.24)$$

где  $t_1, t_2, t_3$  – время заполнения, выдержки и розлива приемного резервуара соответственно, ч ( $t_1 = 16$  ч,  $t_2 = 6$  ч,  $t_3 = 5$  ч).

Годовая производственная мощность одной линии шампанизации вина определяется по формуле

$$M = \frac{\sum G_{шамп} \cdot 24 \cdot 353}{G_c}, \quad (4.25)$$

где  $M$  – годовая производственная мощность одной линии шампанизации, тыс. бутылок в год; 353 – годовой фонд рабочего времени линии, сут (на ремонт оборудования и перезарядку бродильных аппаратов фонд рабочего времени принимается равным 12 сут);  $G_c$  – расход сырья на 1000 бутылок шампанского,  $дм^3$  (принимается не выше планового).

Общая производственная мощность определяется по формуле

$$M_{об} = M \cdot n, \quad (4.26)$$

где  $M_{об}$  – общая производственная мощность, тыс. бутылок в год;  $M$  – годовая производственная мощность одной линии шампанизации, тыс. бутылок в год;  $n$  – количество линий шампанизации.

# 5. ТЕХНОЛОГИЯ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ ВИН

## 5.1. Технологические схемы производства

### 5.1.1. Вино плодовое крепленое специальной технологии

Технологический процесс производства вина плодового крепленого специальной технологии состоит из следующих операций: приемка, мойка, инспекция и измельчение плодов и ягод, предварительная обработка мезги, выделение сока, сульфитация и осветление, сбраживание, спиртование, купажирование, осветление купажа, фильтрование, тепловая обработка и отдых, фильтрование и розлив вина.

Плодово-ягодные вина готовят в основном из осенне-зимних сортов яблок, крыжовника, белой, красной и черной смородины, клюквы, малины, брусники, а также из яблок в сочетании с черноплодной рябиной, черникой, вишней, голубикой и других плодов и ягод. Плоды и ягоды, предназначенные для промышленной переработки, собирают в стадии технологической зрелости. В процессе сбора их сортируют, отделяя поврежденные, высохшие, заплесневелые плоды и ягоды, посторонние примеси.

Плоды из приемного бункера при помощи гидротранспортера поступают в приемок (1, рис. 5.1), затем ковшовым элеватором (2) незамедлительно подаются на щеточно-моечную машину (3) во избежание потерь ароматических и экстрактивных веществ. В процессе мойки кроме отделения грязи происходит очищение поверхности плодов от микроорганизмов. После мойки плоды поступают на ленточный инспекционный конвейер (4), где отбираются высохшие, заплесневевшие плоды, а также листья, ветки, трава и другие примеси.

Чистые и отсортированные плоды и ягоды измельчаются на дробилке (5) для извлечения сока. В зависимости от способа измельчения дробилки делятся на вальцовые и центробежные. Для измельчения яблок и различных ягод наиболее пригодны центробежные дробилки.

В виноделии для перемещения мезги, сусла, виноматериалов, дрожжей, спирта и готового вина применяют поршневые, винтовые и центробежные насосы. Поршневые насосы универсальны, могут быть использованы для перекачки как мезги, так и дрожжей, виноматериалов и вин.

Мезгонасосом (6) мезга подается в емкость для ферментации (7), куда подают ферментный препарат.

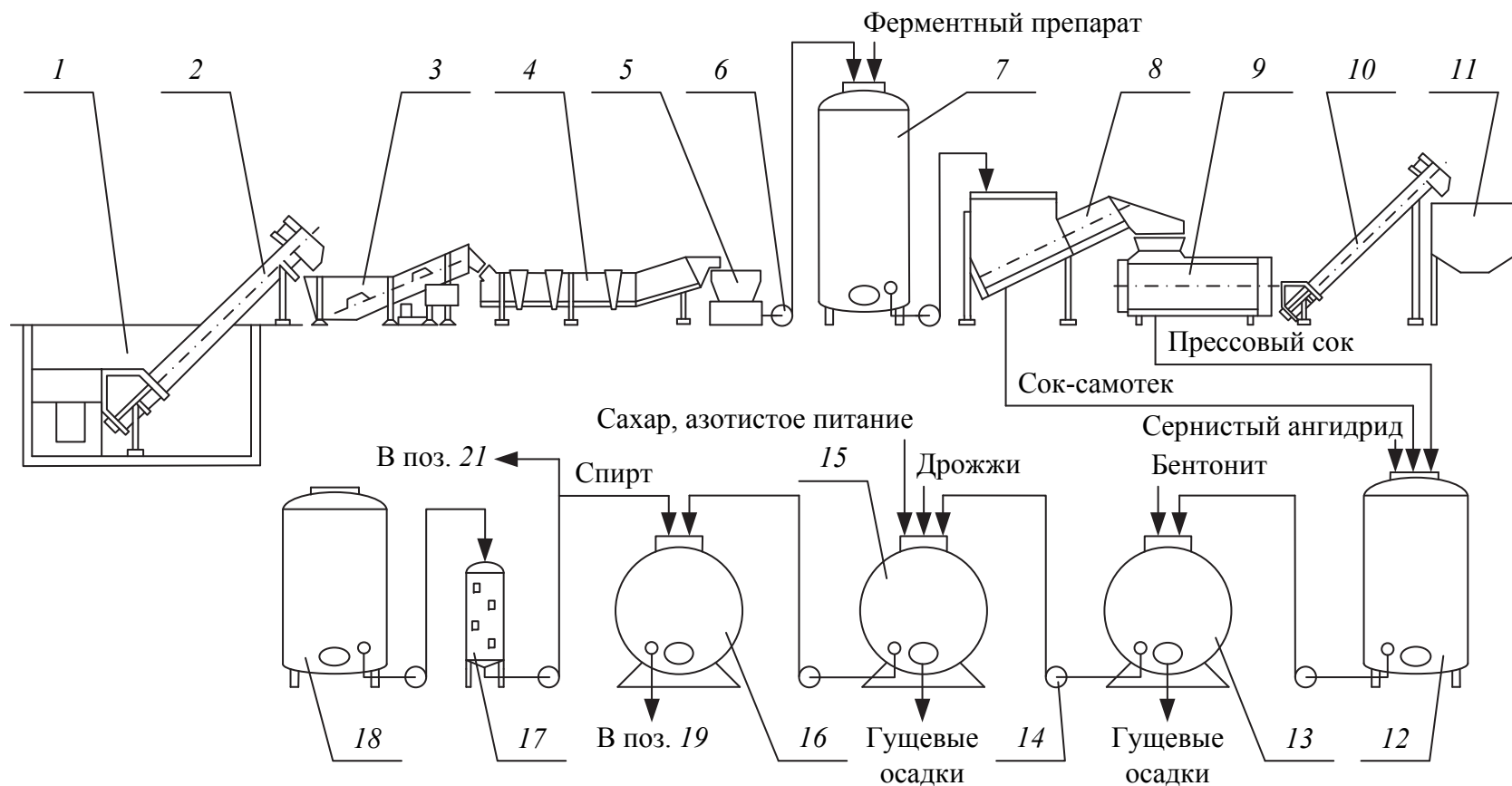


Рис. 5.1. Технологическая схема производства вина плодового крепленого специальной технологии (начало, окончание см. на с. 158):

- 1 – приямок; 2 – ковшовый элеватор; 3 – щеточно-мочная машина; 4 – ленточный конвейер; 5 – дробилка; 6 – мезгонасос;  
 7 – емкость для ферментации; 8 – шнековый стекатель; 9 – шнековый пресс; 10 – транспортер; 11 – бункер;  
 12 – сокосборник; 13 – отстойный резервуар; 14 – насос; 15 – бродительная емкость; 16 – емкость для спиртования;  
 17 – мерник для спирта; 18 – напорная емкость для спирта

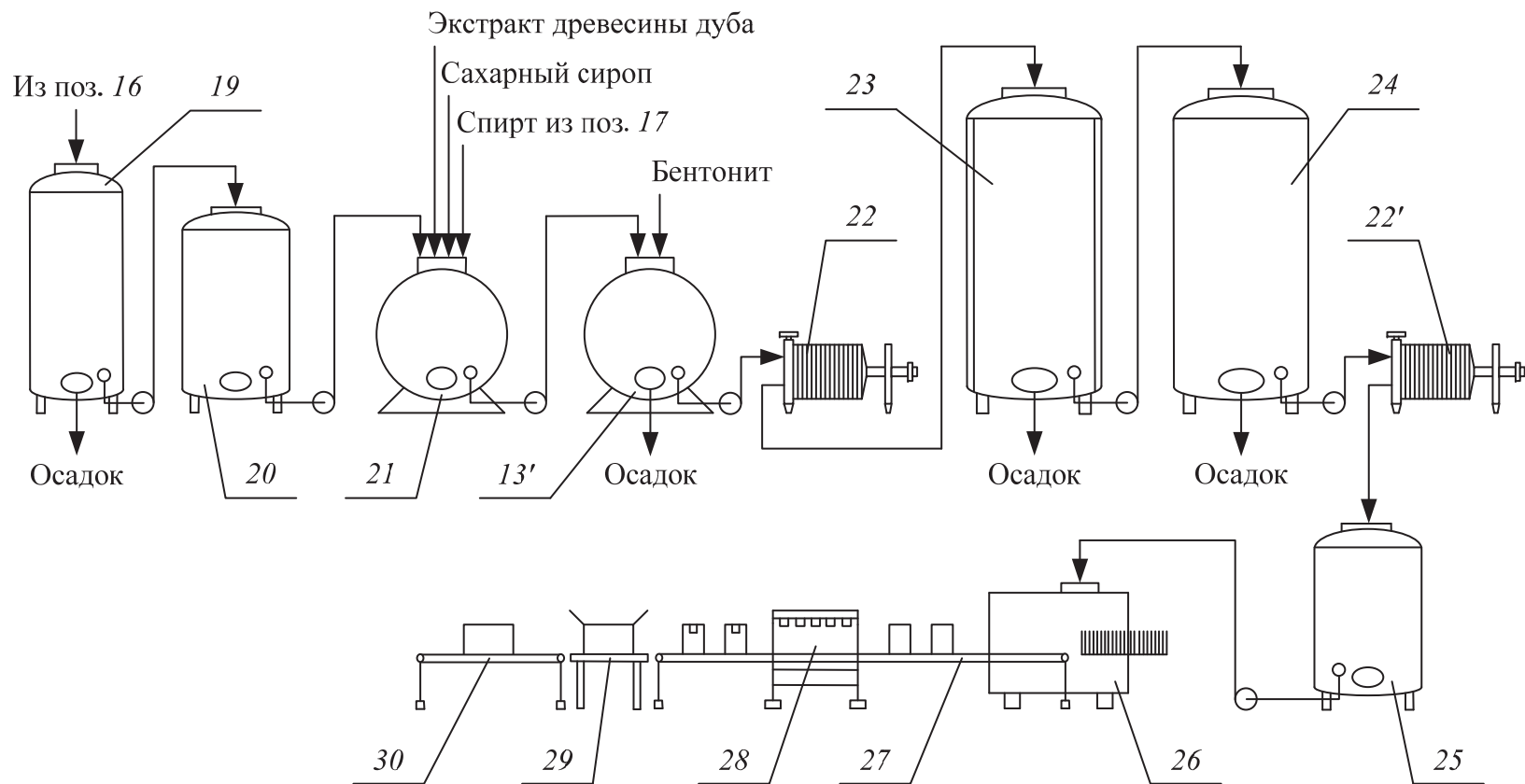


Рис. 5.1. Окончание (начало см. на с. 157):

13' – отстойный резервуар; 19 – емкость для хранения; 20 – напорная емкость; 21 – купажная емкость;  
22, 22' – пластинчатый фильтр-пресс; 23 – емкость для тепловой обработки; 24 – емкость для отдыха;  
25 – напорная емкость для вина; 26 – машина для розлива; 27 – транспортер;  
28 – автомат для наклеивания акцизных марок; 29 – стол; 30 – транспортер

Уже на стадии дробления, а затем и при прессовании разрушение клеток плодов и ягод способствует усилению реакций превращения компонентов сусла в связи с усилением ферментативной активности окислительных ферментов, а также присутствием неорганических катализаторов, действием повышенной температуры, доступом кислорода и других факторов. Кроме того, при производстве плодово-ягодных вин применяется обработка мезги ферментными препаратами, которые облегчают ее прессование, увеличивают выход сусла, ускоряют его осветление, снижают склонность к коллоидному помутнению. При внесении в мезгу очищенного ферментного препарата происходит более быстрый гидролиз белков, пектиновых веществ и других полисахаридов, в результате чего увеличивается выход сока-самотека на 10–12%, повышается скорость фильтрования сусла. При этом органолептические свойства сока и вин не ухудшаются.

Продолжительность обработки мезги ферментным препаратом составляет 12 ч. Более длительный контакт сусла и мезги может привести к избыточному обогащению сусла дубильными, красящими и азотистыми веществами, окислительными ферментами, в результате в сусле появятся тона переокисленности, а высокое содержание общего азота будет способствовать развитию молочнокислых бактерий.

Обработанная мезга поступает на шнековый стекатель (8), а затем на шнековый пресс (9). Транспортером (10) выжимки удаляются в бункер (11).

Сок-самотек и прессовые фракции сока собираются в сокосборнике (12), где проводят сульфитацию свежееотжатого сока до массовой концентрации общей сернистой кислоты 75–100 мг/дм<sup>3</sup> при температуре окружающей среды, после чего сок поступает на осветление. Целью осветления сока является удаление взвешенных частиц и предотвращение самопроизвольного забраживания. В процессе отстаивания взвешенные частицы оседают на дно и увлекают с собой постороннюю микробиоту – дикие дрожжи, бактерии, плесневые грибы, благодаря чему сок очищается от вредных микроорганизмов, улучшается качественный состав виноматериалов, повышается содержание глицерина и экстрактивных веществ, понижается содержание летучих кислот. Осветление проводится в отстойных резервуарах (13) в течение 15 ч при температуре не выше 25°C с добавлением бентонита. После осветления бентонитом сок насосом (14) снимают с осадка и отправляют на брожение.

Брожение сока проводят в бродильной емкости (15) при температуре окружающей среды. В бродильный аппарат добавляют сахар для

обеспечения требуемого наброда спирта в сброженном соке (8%), азотистое питание и 3% разводки чистой культуры дрожжей. При приготовлении вина специальной технологии брожение сока длится 10 сут. Для сбраживания используют такие расы дрожжей, как Яблочная 7, Вишневая 33, Сидровая 101, Минская 120.

Наряду с главными продуктами брожения – спиртом и диоксидом углерода – образуются вторичные и побочные продукты: глицерин, янтарная кислота, уксусная кислота, пировиноградная кислота, изоаллиловый спирт, изопропиловый спирт, эфиры.

Образование этих продуктов происходит неравномерно в процессе спиртового брожения. Накопление глицерина наиболее интенсивно в начале брожения, пока в среде мало ацетальдегида. Всего в этот период используется 6–7% сахара, в том числе 2,5% – на образование глицерина. Содержание ацетальдегида быстро возрастает в первый период брожения, после чего устанавливается равновесие между его образованием и расходом. Уксусная кислота образуется более интенсивно в начале брожения. Это объясняется возрастом дрожжей: молодые дрожжи образуют больше уксусной кислоты, чем старые. На соотношение между вторичными продуктами брожения влияют аэрация, рН среды, температура, первоначальный состав сусла. На конечный состав вина оказывает влияние содержание витаминов в сусле.

Изменения в составе основных веществ сусла зависят от типа вина и могут быть значительными.

Количество пектиновых веществ при брожении резко снижается в результате ферментативного гидролиза.

Азотистые вещества потребляются дрожжами в процессе их жизнедеятельности и поступают в среду при распаде – автолизе – дрожжевых клеток. В процессе размножения дрожжи интенсивно потребляют аммонийный азот, азот аминокислот, причем в условиях аэрации сусла потребление азотистых веществ дрожжами возрастает. В период автолиза сусло обогащается полипептидами, аминокислотами, ферментами, пуриновыми и пиримидиновыми основаниями. В ходе брожения часть азотистых веществ осаждается образующимся спиртом.

Поскольку роль азотистых веществ в формировании и созревании вина очень велика, встает проблема регулирования их количества в виноматериале. Факторами, регулирующими содержание азотистых веществ в вине, являются температура брожения и аэрация. Наименьшее количество азотистых веществ образуется при температуре брожения 15–20°C, а сбраживание сусла при доступе воздуха приводит к



наименьшему содержанию азотистых веществ при всех температурных режимах.

В процессе брожения значительные изменения претерпевают фенольные соединения. В начале и в конце брожения, когда в сусле и вине имеется кислород, происходит интенсивное окисление фенольных соединений и их выпадение в осадок. Взаимодействие фенольных веществ с белками также приводит к их осаждению. Кроме того, фенольные соединения частично связывают образующийся ацетальдегид, поэтому брожение направляется по глицеропировиноградному пути и при этом увеличивается количество глицерина. При содержании фенольных соединений в сусле свыше  $5 \text{ г/дм}^3$  возможна задержка размножения дрожжей, а следовательно, и брожения.

В процессе брожения происходят превращения кислот как содержащихся в сусле, так и образованных при брожении. В процессе брожения выпадают в осадок кальциевые и кислые калиевые соли винной и щавелевой кислот. Изменение титруемой кислотности определяется ее первоначальным значением в сусле. При высокой кислотности сусла она снижается, а при низкой – повышается.

Изменение витаминного состава сусла определяется расой дрожжей и условиями брожения. В первый период брожения большинство витаминов сусла поглощается дрожжами. В дальнейшем вследствие автолиза дрожжевых клеток осуществляется обратный переход витаминов в вино.

Сбраживают сок до остаточной массовой концентрации сахаров не более  $3 \text{ г/дм}^3$ , сброженный сок снимают с осадка и отправляют на спиртование.

Спиртование проводится в емкости (16) путем добавления этилового ректифицированного спирта до объемной доли этилового спирта 16%. Этиловый ректифицированный спирт подают из напорной емкости для спирта (18), расчетное количество спирта отмеряют мерником техническим первого класса для спирта (17). Сброженно-спиртованный сок отправляют в емкости для хранения (19).

Купажирование проводят в купажных емкостях (21). В купажную емкость последовательно задают расчетное количество сброженно-спиртованного сока через напорную емкость (20), спирта этилового ректифицированного через напорную емкость для спирта (18), отмеряя расчетное количество спирта мерником техническим первого класса для спирта (17), сахарный сироп, экстракт древесины дуба, при необходимости лимонную кислоту (не более  $1 \text{ г/дм}^3$ ). Купажирование проводят при постоянном перемешивании.

Готовый купаж осветляют отстаиванием в отстойных резервуарах (13') в течение 1 сут с использованием бентонита. Осветленный купаж через пластинчатый фильтр-пресс (22) подают на тепловую обработку в емкость (23). Тепловая обработка осуществляется при температуре 60°C в течение 10 сут, в результате чего происходит изменение цвета, букета и вкуса. Термообработанный купаж поступает на отдых в емкость (24). Спустя 10 сут вино снимают с осадка, фильтруют через фильтр-пресс (22') и через напорную емкость для вина (25) отправляют на розлив.

Розлив вина осуществляют в пакеты на машине розлива жидких пищевых продуктов (26). Пакеты с вином по транспортеру (27) поступают на автомат для наклеивания акцизных марок (28), а затем укладываются в ящики на столе (29). Заполненные ящики по транспортеру (30) поступают на склад готовой продукции.

### **5.1.2. Вино плодое столовое сухое улучшенного качества**

Технологический процесс производства вина столового сухого улучшенного качества состоит из следующих операций: приемка, мойка, инспекция и измельчение плодов и ягод, предварительная обработка мезги, выделение сока, сульфитация и осветление, сбразивание, осветление виноматериала, первое фильтрование, отдых, второе фильтрование, пастеризация и розлив.

Получение сока и подготовку его к сбразиванию проводят аналогично получению и подготовке сока при производстве вина плодового крепленого специальной технологии.

Плоды из приемного бункера при помощи гидротранспортера поступают в приемок (1, рис. 5.2), затем ковшовым элеватором (2) подаются на щеточно-моечную машину (3). В процессе мойки кроме отделения грязи происходит очищение поверхности плодов от микроорганизмов. После мойки плоды поступают на ленточный инспекционный конвейер (4), где отбираются высохшие, заплесневевшие плоды, а также листья, ветки, трава и другие примеси.

Чистые и отсортированные плоды измельчаются на ножевой дисковой дробилке (5). Мезга мезгонасосом (6) подается в емкость для ферментации (7), куда подают ферментный препарат. Через 12 ч обработанная мезга поступает на шнековый стекатель (8), а затем на шнековый пресс (9). Транспортером (10) выжимки удаляются в бункер (11).

Сок-самотек и прессы фракции сока собираются в сокосборнике (12), где проводят сульфитацию свежееотжатого сока до массовой концентрации общей сернистой кислоты 75–100 мг/дм<sup>3</sup> при температуре окружающей среды, после чего сок поступает на осветление.

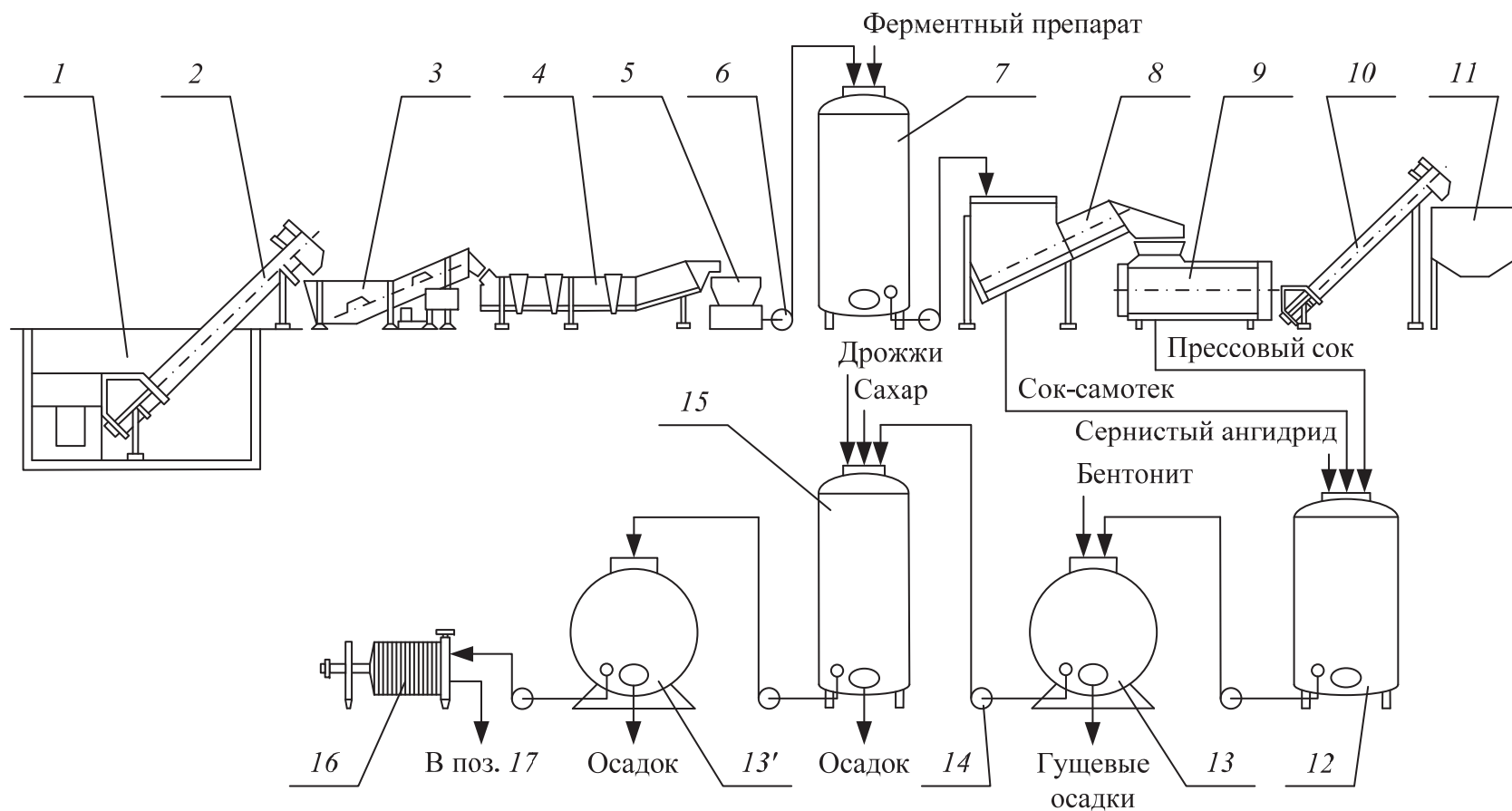


Рис. 5.2. Технологическая схема производства вина плодового столового сухого улучшенного качества  
(начало, окончание см. на с. 164):

- 1 – приямок; 2 – ковшовый элеватор; 3 – щеточно-моечная машина; 4 – ленточный конвейер; 5 – дробилка; 6 – мезгонасос;  
7 – емкость для ферментации; 8 – шнековый стекатель; 9 – шнековый пресс; 10 – транспортер; 11 – бункер;  
12 – сокосборник; 13, 13' – отстойный резервуар; 14 – насос; 15 – бродительная емкость; 16 – пластинчатый фильтр-пресс

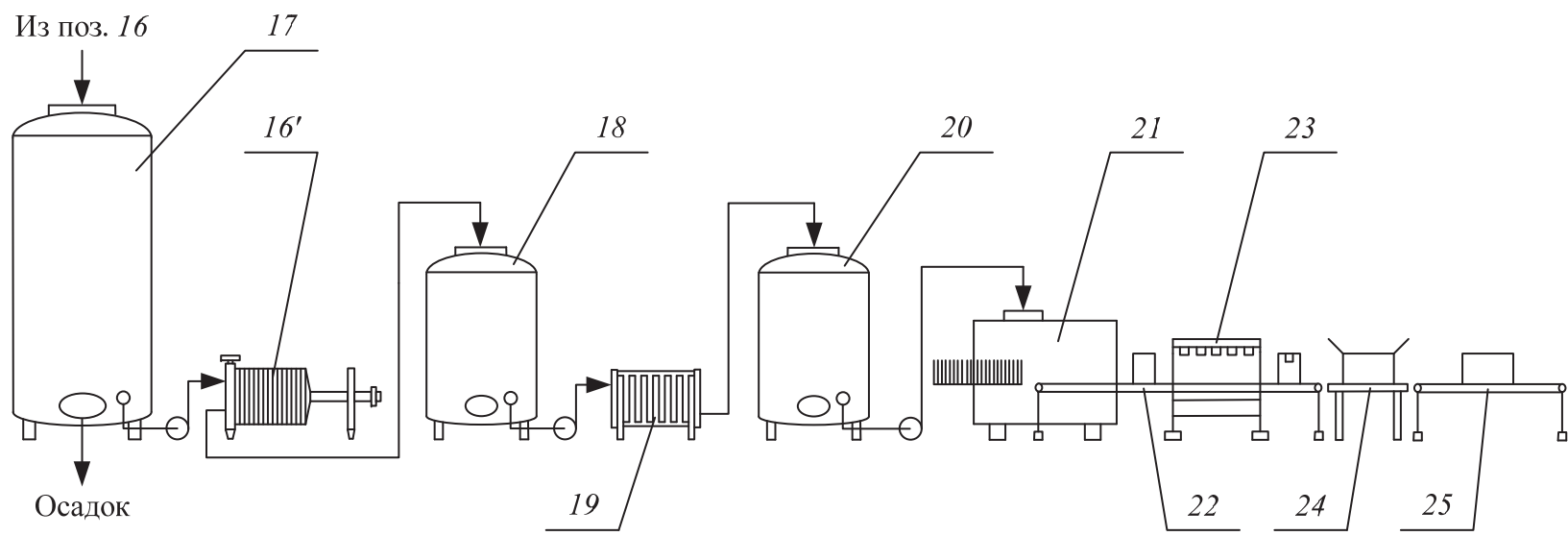


Рис. 5.2. Окончание (начало см. на с. 163):

16' – пластинчатый фильтр-пресс; 17 – емкость для отдыха; 18 – напорная емкость для вина;  
 19 – пастеризатор; 20 – напорная емкость; 21 – машина для розлива; 22 – транспортер;  
 23 – автомат для наклеивания акцизных марок; 24 – стол; 25 – транспортер

Осветление проводится в отстойных резервуарах (13) в течение 15 ч при температуре не выше 25°C с добавлением бентонита. После осветления бентонитом сок насосом (14) снимают с осадка и отправляют на брожение.

Брожение сока проводят в бродильной установке (15) при температуре окружающей среды. При приготовлении вина столового сухого улучшенного качества брожение длится 45 сут. Для сбраживания используют такие расы дрожжей, как Яблочная 7, Вишневая 33, Сидровая 101, Минская 120.

Сброженный сок снимают с осадка и оставляют в емкостях (13) для самоосветления (отстаивания). Не позднее чем через 30 сут осветленный сухой виноматериал повторно снимают с осадка и отправляют на пластинчатый фильтр-пресс (16) для первого фильтрования.

Отфильтрованный сухой виноматериал поступает на выдержку перед розливом в емкость для отдыха вина (17). Выдержку виноматериала осуществляют в течение 210 сут в условиях, исключающих его окисление и порчу:

- хранят виноматериал в полных закрытых резервуарах при температуре не выше 16°C;
- проводят своевременные доливки, обеспечивающие максимально допустимое заполнение резервуаров;
- осуществляют постоянный контроль за санитарно-гигиеническим состоянием производства.

После выдержки готовый виноматериал проходит второе фильтрование через пластинчатый фильтр-пресс (16'). Слабоградусные столовые вина не стойки при хранении, и для повышения стойкости перед розливом их пастеризуют нагреванием до 70–75°C в течение 15–20 мин. Из напорной емкости (18) вино подают в пастеризатор (19), собирают в напорной емкости (20) и направляют на розлив.

Розлив вина осуществляют в пакеты на машине розлива жидких пищевых продуктов (21). Пакеты с вином по транспортеру (22) поступают на автомат для наклеивания акцизных марок (23), а затем укладываются в ящики на столе (24). Заполненные ящики по транспортеру (25) поступают на склад готовой продукции.

## **5.2. Материальные расчеты**

### **5.2.1. Производство вина плодового крепленого специальной технологии**

Расчет расхода сырья и виноматериалов проводят на 1 дкл готового продукта.

**Исходные данные:**

- производительность линии, дкл/год.
- кондиции готового вина:
  - объемная доля этилового спирта – 18,0% (об.);
  - массовая концентрация сахаров в пересчете на инвертный – 55,0 г/дм<sup>3</sup>;
  - массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на яблочную – 5,0 г/дм<sup>3</sup>;
- кондиции яблочного сока:
  - кислотность сока – 9,0 г/дм<sup>3</sup>;
  - сахаристость сока – 65,0 г/дм<sup>3</sup>;
- расчет расхода сока, сахара и спирта на приготовление виноматериала с набродом спирта в сусле 5% об. при 0,3% остаточного сахара.

**Приготовление сусла с заданной сахаристостью.**

Расчет свекловичного сахара  $G_{\text{сах}}$  (кг) на подсахаривание 1 дкл плодово-ягодного сока, закладываемого на брожение, определяется по формуле

$$G_{\text{сах}} = (10 + 0,62 \cdot G_{\text{сах}}) \cdot b - 0,95 \cdot a, \quad (5.1)$$

где 0,62 – объем, занимаемый 1 кг сахара, растворенного в 1 л;  $b$  – расход свекловичного сахара, обеспечивающий наброд спирта в сусле 5% (об.) при наличии 0,3% остаточного сахара, кг/дм<sup>3</sup>;  $a$  – сахаристость плодово-ягодного сока, г/дм<sup>3</sup>.

Расход свекловичного сахара  $b$  вычисляют по формуле

$$b = \frac{(5/0,589 + 0,3) \cdot 95}{99,75} = 8,37\%, \text{ или } 0,0837 \text{ кг/дм}^3, \quad (5.2)$$

где 0,589 – выход безводного спирта из 1 кг инвертного сахара, дм<sup>3</sup>; 99,75 – содержание сахарозы в товарном сахаре-песке, %.

В результате математических преобразований формула (5.1) приобретает вид

$$G_{\text{сах}} = \frac{(0,837 - 0,95 \cdot a)}{0,948}. \quad (5.3)$$

При  $a = 0,65$  кг/дкл для яблочного сока

$$G_{\text{сах}} = \frac{(0,837 - 0,95 \cdot 0,65)}{0,948} = 0,232 \text{ кг/дкл}. \quad (5.4)$$

При добавлении сахара объем сусла увеличивается на

$$0,232 \cdot 0,062 = 0,0144 \text{ дкл.} \quad (5.5)$$

Общий объем сусла, закладываемого на брожение:

$$1,0 + 0,0144 = 1,0144 \text{ дкл.} \quad (5.6)$$

Кислотность сусла до брожения будет равна

$$\frac{9}{1,0144} = 8,9 \text{ г/дм}^3. \quad (5.7)$$

**Брожение сусла, снятие сброженного сусла с осадка.**

Объем сброженного сусла после снятия его с осадка (с учетом 1% потерь):

$$1,0144 \cdot 0,99 = 1,0043 \text{ дкл.} \quad (5.8)$$

Кислотность сброженного сусла (биологические потери кислоты в процессе брожения составляют 4%):

$$8,9 \cdot 0,96 = 8,5 \text{ г/дм}^3. \quad (5.9)$$

**Спиртование сброженного сусла, снятие виноматериала с осадка.**

Расход безводного спирта  $G_{\text{спирта}}$  (дал) на крепление сброженного сусла определяется по формуле

$$\frac{(B \cdot 5/100) + G_{\text{спирта}}}{B + (G_{\text{спирта}}/0,962) - (G_{\text{спирта}} \cdot 8/100)} = \frac{16,1}{100}, \quad (5.10)$$

где  $B$  – объем сброженного сусла после снятия его с осадка, дкл; 5 – содержание спирта в сусле, % (об.); 96,2 – крепость спирта-ректификата, % (об.); 8 – коэффициент контракции, %; 16,1 – крепость виноматериала (с учетом 0,1% на испарение), % (об.).

В результате математических преобразований формула (5.10) приобретает вид

$$G_{\text{спирта}} = \frac{B}{7,617}. \quad (5.11)$$

Расход безводного спирта на крепление сброженного сусла:

$$\frac{1,0043}{7,617} = 0,132 \text{ дал.} \quad (5.12)$$

Расход спирта 96,2% (об.):

$$\frac{0,132 \cdot 100}{96,2} = 0,137 \text{ дкл.} \quad (5.13)$$

Объем полученного виноматериала (до снятия его с осадка):

$$1,0043 + 0,137 - (0,132 \cdot 0,08) = 1,131 \text{ дкл,} \quad (5.14)$$

где 8 – коэффициент сжатия объема (контракции), % от количества безводного спирта.

Объем готового виноматериала (с учетом 0,5% потерь)

$$1,131 \cdot 0,995 = 1,125 \text{ дкл.} \quad (5.15)$$

Таким образом, из 1 дкл исходного яблочного сока получают 1,125 дкл готового яблочного виноматериала.

Следовательно, расход сырья на 1 дкл готового яблочного виноматериала составляет:

– сока яблочного:  $1/1,125 = 0,889$  дкл;

– сахара:  $0,232/1,125 = 0,206$  кг;

– безводного спирта:  $0,132/1,125 = 0,117$  дал.

Кондиции готового яблочного виноматериала:

• крепость

$$\frac{(1,0043 \cdot 0,05) + 0,132}{1,131} = 0,161 \text{ дал/дал} = 16,1 \%(\text{об.}); \quad (5.16)$$

• сахаристость

$$\frac{1,0043 \cdot 0,03}{1,131} = 0,027 \text{ кг/дкл, или } 2,7 \text{ г/дм}^3; \quad (5.17)$$

• кислотность

$$\frac{1,0043 \cdot 8,5}{1,131} = 7,55 \text{ г/дм}^3. \quad (5.18)$$

На 1 дкл вина специальной технологии (потери составляют 1,74%: 1,03 – потери при технологической обработке, %; 0,42 – потери при обработке теплом в потоке с выдержкой, %; 0,29 – потери вина при розливе вина в пакеты объемом 1,0 л с последующей отделкой, укладкой и передачей на склад готовой продукции, %) требуется кислоты:

$$\frac{50 \cdot 101,74}{100} = 50,9 \text{ г/дкл.} \quad (5.19)$$



Кислотность виноматериала

$$7,55 \text{ г/дм}^3 = 75,5 \text{ г/дкл.} \quad (5.20)$$

Расход виноматериала на 1 дкл вина

$$\frac{50,9}{75,5} = 0,674 \text{ дкл.} \quad (5.21)$$

На приготовление 1 дкл вина с учетом 1,74% потерь требуется:

– спирта (в пересчете на абсолютный):

$$\frac{(0,18 + 0,004) \cdot 101,74}{100} = 0,187 \text{ дал,} \quad (5.22)$$

где 0,004 – потери спирта при технологической обработке виноматериала, включая купаж, тепловую обработку в потоке с выдержкой и розлив, дал/дал;

– сахара (в пересчете на инвертный):

$$\frac{1,0 \cdot 101,74}{100} = 1,017 \text{ кг,} \quad (5.23)$$

где 1 кг/дкл = 100 г/дм<sup>3</sup> – содержание сахара в готовом вине;

– кислоты:

$$\frac{50 \cdot 101,74}{100} = 50,9 \text{ г,} \quad (5.24)$$

где 50 г/дкл = 5 г/дм<sup>3</sup> – кислотность готового вина.

В яблочном виноматериале, расходуемом на 1 дкл вина, содержится:

– спирта (в пересчете на абсолютный):

$$\frac{0,674 \cdot 16}{100} = 0,108 \text{ дал;} \quad (5.25)$$

– сахара (в пересчете на инвертный):

$$0,674 \cdot 0,027 = 0,018 \text{ кг;} \quad (5.26)$$

– кислоты:

$$0,674 \cdot 75,5 = 50,9 \text{ г.} \quad (5.27)$$

Для доведения 1 дкл вина до установленных кондиций требуется добавить:

– спирта безводного

$$0,187 - 0,108 = 0,079 \text{ дал,} \quad (5.28)$$

где 0,187 – количество спирта для приготовления 1 дкл вина (с учетом 1,74% потерь), дал; 0,108 – количество спирта в яблочном вино материале, расходуемом на 1 дкл вина, дал;  
– сахара свекловичного

$$(1,017 - 0,018) \cdot 0,95 = 0,95 \text{ кг}, \quad (5.29)$$

где 0,95 – коэффициент пересчета инвертного сахара в свекловичный; 1,017 – количество сахара для приготовления 1 дкл вина (с учетом 1,74% потерь), кг; 0,018 – количество сахара в яблочном вино материале, расходуемом на 1 дкл вина, кг.

Материальный баланс производства вина плодового крепленого специальной технологии представлен в табл. 5.1.

Таблица 5.1

**Материальный баланс производства вина плодового крепленого специальной технологии**

Приход		Расход	
Наименование компонентов	Количество, кг/сут	Наименование компонентов	Количество, кг/сут
Сок яблочный, дкл		Готовый продукт	
Сахар свекловичный, кг			
Спирт а. а., дал		Потери	
<i>Итого</i>		<i>Итого</i>	

При прессовании потери составляют 1%, при отделении сока – самотека – 1,5%.

Сырье для производства плодово-ягодных вин должно обеспечивать выход сока не менее 68,5%.

**5.2.2. Производство вина плодового столового сухого улучшенного качества**

- кондиции готового вина:
  - объемная доля этилового спирта – 12,0% (об.), или 0,12 дал/дал;
  - содержание сахара – 3,0 г/дм<sup>3</sup>, или 0,03 кг/дкл;
  - массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на яблочную – 7,0 г/дм<sup>3</sup>.
- кондиции яблочного сока:
  - кислотность сока – 8,3 г/дм<sup>3</sup>;
  - сахаристость сока – 70,0 г/дм<sup>3</sup>.

Объем вина с учетом потерь при горячем розливе и оформлении составляет

$$V_{\text{роз}} = \frac{1 \cdot 100}{100 - 1,44} = 1,0146 \text{ дкл.} \quad (5.30)$$

где 1,44 – сумма потерь вина при термической обработке, розливе, укупорке, оформлении и укладке готовой продукции в ящики, %.

Объем купажа с учетом потерь при технологической обработке

$$V_{\text{куп}} = \frac{1,0146 \cdot 100}{100 - 1,03} = 1,025 \text{ дкл,} \quad (5.31)$$

где 1,03 – потери при технологической обработке купажа, в том числе при переливках, перемешивании, фильтрациях, %.

Объем купажа с учетом потерь при хранении:

$$V_{\text{хр}} = \frac{1,025 \cdot 100}{100 - 0,11} = 1,026 \text{ дкл,} \quad (5.32)$$

где 0,11 – потери виноматериала при хранении в течение трех месяцев, %.

Объем яблочного сухого виноматериала  $V_{\text{вм}} = 1,026$  дкл.

Определяем расход свежего сока и товарного сахара на приготовление сусла.

Объем исходного сусла больше объема виноматериала на величину потерь и отходов (дрожжевых и гущевых).

$$V_{\text{сусла}} = \frac{V_{\text{вм}} \cdot 100}{100 - (2,0 + 1,0 + 0,55)} = \frac{1,026 \cdot 100}{96,45} = 1,064 \text{ дкл,} \quad (5.33)$$

где 2,0 – отходы при осветлении сока, %; 1,0 – потери сусла при брожении, %; 0,55 – отходы при брожении сусла, %.

Массовую концентрацию титруемых кислот сусла рассчитываем с учетом потерь кислот при брожении (4% от абсолютного количества титруемых кислот):

$$K_{\text{сусла}} = \frac{K_{\text{сусла.сб}} \cdot 100}{100 - 4} = \frac{7,0 \cdot 100}{100 - 4} = 7,3 \text{ г/дм}^3. \quad (5.34)$$

Расход свежего яблочного сока

$$V_{\text{сока}} = \frac{1,064 \cdot 7,3}{8,3} = 0,936 \text{ дкл,} \quad (5.35)$$

где 8,3 – массовая концентрация титруемых кислот в свежем яблочном соке, г/дм<sup>3</sup>.

Для получения объемной доли этилового спирта в сброженном соке 12,0% (об.) и массовой концентрации сахаров 3,0 г/дм<sup>3</sup> необходимо, чтобы массовая концентрация сахаров в сусле составляла:

$$C_{\text{сах}} = \frac{12,0 \cdot 10}{0,589} + 3,0 = 206,7 \text{ г/дм}^3. \quad (5.36)$$

Расход сахара на брожение (в пересчете на инвертный)

$$C_{\text{сах.инв}} = \frac{1,064 \cdot 206,7 - 0,936 \cdot 70,0}{100} = 1,544 \text{ кг}. \quad (5.37)$$

Расход товарного сахара на брожение

$$C_{\text{сах.тов}} = \frac{1,544}{1,05} = 1,47 \text{ кг}, \quad (5.38)$$

где 1,05 – коэффициент пересчета массы инвертного сахара в товарный.

Объем сахара при его растворении

$$V_{\text{сах}} = 1,47 \cdot 0,062 = 0,09 \text{ дкл}, \quad (5.39)$$

где 0,062 – объем массовой единицы товарного сахара, дкл/кг.

Расход воды

$$G_{\text{воды}} = 1,064 - 0,936 - 0,09 = 0,038 \text{ дкл}. \quad (5.40)$$

Материальный баланс производства вина плодового столового сухого улучшенного качества представлен в табл. 5.2.

Таблица 5.2

**Материальный баланс производства вина плодового столового сухого улучшенного качества**

Приход		Расход	
Наименование компонентов	Количество, кг/сут	Наименование компонентов	Количество, кг/сут
Сок яблочный, дкл		Готовый продукт	
Сахар свекловичный, кг		Потери	
<i>Итого</i>		<i>Итого</i>	

При прессовании потери составляют 1%, при отделении сока-самотека – 1,5%.

Сырье для производства плодово-ягодных вин должно обеспечивать выход сока не менее 68,5%.

### 5.3. Тепловые расчеты

Стадии производства вина, требующие расхода теплоносителей, включают:

- тепловая обработка мезги (60–85°C);
- тепловая обработка вина (60°C);
- пастеризация вина (70–75°C).

Количество тепла, затраченного на нагревание, определяют по формуле (1.97).

Расход теплоносителя определяют по формуле (1.98).

## **5.4. Расчет и подбор оборудования**

Необходимое количество емкостных аппаратов периодического и непрерывного действия (емкость для ферментации мезги, сокосборник, отстойный резервуар, бродильная емкость, емкость для спиртования, купажная емкость, емкость для отдыха вина и др.) определяют по формулам (1.99) и (1.100) соответственно.

Подбор оборудования непрерывного действия (ленточный конвейер, дробилка, шнековый стекатель, шнековый пресс, фильтр-пресс и др.) осуществляют исходя из его производительности с учетом часового расхода продукта ( $\text{м}^3/\text{ч}$  или  $\text{кг}/\text{ч}$ ) и времени работы оборудования.

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

## Типовые нормы предельно допустимых потерь сырья, %

Таблица 1

Пастеризованное молоко, вырабатываемое из натурального сырья и сухих молочных продуктов (вид упаковки – цистерны, фляги, бутылки, пакеты «Тетра-Пак», «Тетра-Брик», «Пюр-Пак», полиэтиленовые пакеты)

Операция	Годовой объем переработки сырья в пересчете на молоко, т			
	до 10 000	10 001–25 000	25 001–50 000	более 50 000
Приемка сырья	0,07	0,06	0,05	0,03
Нормализация	0,07	0,06	0,05	0,05
Очистка	0,03	0,03	0,02	0,02
Пастеризация, охлаждение, хранение	0,12	0,12	0,10	0,08
Розлив:				
– цистерны	0,06	0,06	0,06	0,06
– фляги	0,11	0,10	0,09	0,09
– 1000, 500 см <sup>3</sup> – бутылки, пакеты (кроме полиэтиленовых)	0,50	0,49	0,46	0,46
– 1000, 500 см <sup>3</sup> – полиэтиленовые пакеты	0,66	0,64	0,62	0,60
– 250, 200 см <sup>3</sup> – бутылки, пакеты (кроме полиэтиленовых)	0,60	0,59	0,55	0,55
– 250, 200 см <sup>3</sup> – полиэтиленовые пакеты	0,76	0,74	0,72	0,70
Хранение в цехе готовой продукции:				
– бутылки	0,04	0,04	0,04	0,04
– пакеты (кроме полиэтиленовых)	0,10	0,10	0,10	0,10
– полиэтиленовые пакеты	0,20	0,20	0,20	0,20
<i>Итого</i> (из натурального молока):				
– цистерны	0,35	0,33	0,28	0,24
– фляги	0,40	0,37	0,31	0,27
– 1000, 500 см <sup>3</sup> – бутылки	0,83	0,80	0,72	0,68
– 1000, 500 см <sup>3</sup> – пакеты (кроме полиэтиленовых)	0,89	0,86	0,78	0,74
– 1000, 500 см <sup>3</sup> – полиэтиленовые пакеты	1,15	1,11	1,04	0,98
– 250, 200 см <sup>3</sup> – бутылки	0,93	0,90	0,81	0,77
– 250, 200 см <sup>3</sup> – пакеты (кроме полиэтиленовых)	0,99	0,96	0,87	0,83
– 250, 200 см <sup>3</sup> – полиэтиленовые пакеты	1,25	1,21	1,14	1,08

Таблица 2

**Молоко топленое (на стадиях приемки сырья, нормализации, очистки и розлива потери такие же, как при производстве пастеризованного молока, табл. 1)**

Операция	Годовой объем переработки сырья в пересчете на молоко, т			
	до 10 000	10 001–25 000	25 001–50 000	более 50 000
Пастеризация, топление, охлаждение, хранение	0,28	0,23	0,19	0,18
<i>Итого:</i>				
1000, 500 см <sup>3</sup> – бутылки	0,99	0,91	0,81	0,78
1000, 500 см <sup>3</sup> – пакеты	1,05	0,97	0,87	0,84
250 см <sup>3</sup> – бутылки	1,09	1,01	0,90	0,87
250 см <sup>3</sup> – пакеты	1,15	1,07	0,96	0,93

*Примечания к табл. 1, 2:*

1. При выработке продукции из сухих молочных продуктов потери сырья увеличиваются для всех групп предприятий на 0,31% (кроме линий Я16-ОПИ).
2. При производстве молока топленого менее 1,0 т в сутки потери увеличиваются на 0,3%.
3. При выпуске молока с гомогенизацией норма потерь сырья увеличивается соответственно по группам предприятий на 0,02%; 0,02%; 0,01%; 0,01%.
4. Согласно технологической инструкции по производству молока, в случае необходимости при проведении повторной пастеризации норма потерь сырья увеличивается соответственно по группам предприятий на 0,04%; 0,04%; 0,03%; 0,02%.
5. При производстве молока белкового, кефира таллинского, йогурта и других продуктов с использованием сухих молочных продуктов потери на подготовку и внесение белковых добавок составляют по группам предприятий 0,09%; 0,09%; 0,08%; 0,08%.

Таблица 3

**Молоко стерилизованное**

Операция	Линия «Шторк»		Линии ВТИС, «Сорди-Лоди», «Фата», «Элекстер»
	1-ступенчатая стерилиз.	2-ступенчатая стерилиз.	
Приемка сырья	0,03	0,03	0,03
Нормализация	0,05	0,05	0,05
Пастеризация, хранение	–	0,08	0,08
Подогрев, гомогенизация, предварительная стерилизация, охлаждение	0,18	0,80	0,86 0,74 (для линии «Элекстер»)
Розлив и стерилизация:			
– 1000, 500 см <sup>3</sup>	1,7	2,3	0,46; 0,60
– 250 см <sup>3</sup>	–	–	0,55; 0,70
Хранение в цехе готовой продукции:			
– бутылки	0,04	0,04	–
– пакеты	–	–	0,1

Операция	линия «Шторк»		Линии ВТИС, «Сорди-Лоди», «Фата», «Элекстер»
	1-ступен- чатая стерилиз.	2-ступен- чатая стерилиз.	
<i>Итого:</i> – 1000, 500 см <sup>3</sup> – 250 см <sup>3</sup>	2,0 –	3,3 –	1,5; 1,6 1,59; 1,70

*Примечания:*

1. При двухступенчатой стерилизации продукции в бутылках вместимостью 1000 см<sup>3</sup> потери увеличиваются на 0,7%.

2. При выпуске продукции из сухих молочных продуктов на линии ВТИС потери увеличиваются на 0,31% соответственно для всех групп предприятий.

Таблица 4

**Сливки пастеризованные с массовой долей жира 8 и 10%**  
**(вид упаковки – фляги, бутылки, пакеты «Тетра-Пак», «Тетра-Брик»)**

Операция	Годовой объем переработки сырья в пересчете на молоко, т			
	до 10 000	10 001– 25 000	25 001– 50 000	более 50 000
Приемка сырья	0,07	0,06	0,05	0,03
Подогрев и сепарирование молока	0,17	0,15	0,07	0,07
Хранение сливок	0,08	0,06	0,05	0,05
<i>Итого</i> (сливки непастеризованные)	0,32	0,27	0,17	0,15
Нормализация сливок	0,07	0,07	0,07	0,07
Пастеризация сливок	0,09	0,08	0,06	0,06
Гомогенизация сливок	0,04	0,04	0,02	0,02
Охлаждение сливок	0,08	0,08	0,06	0,06
Хранение сливок	0,06	0,06	0,05	0,05
Розлив:				
– фляги	0,08	0,08	0,08	0,08
– 500 см <sup>3</sup> – бутылки	0,52	0,51	0,48	0,48
– 500 см <sup>3</sup> – пакеты	0,52	0,51	0,48	0,48
– 250, 200 см <sup>3</sup> – бутылки	0,57	0,56	0,53	0,53
– 250, 200 см <sup>3</sup> – пакеты	0,57	0,56	0,53	0,53
Хранение в цехе готовой продукции:				
– бутылки	0,04	0,04	0,04	0,04
– пакеты	0,05	0,05	0,05	0,05



Операция	Годовой объем переработки сырья в пересчете на молоко, т			
	до 10 000	10 001– 25 000	25 001– 50 000	более 50 000
<b>Итого</b> (сливки пастеризованные):				
– фляги	0,42	0,41	0,34	0,34
– 500 см <sup>3</sup> – бутылки	0,90	0,88	0,78	0,78
– 500 см <sup>3</sup> – пакеты	0,91	0,89	0,79	0,79
– 250, 200 см <sup>3</sup> – бутылки	0,95	0,93	0,83	0,83
– 250, 200 см <sup>3</sup> – пакеты	0,96	0,94	0,84	0,84

*Примечания:*

1. При производстве сливок с массовой долей жира более 10% нормы потерь сливок увеличиваются на 0,02% для всех групп заводов.

2. При охлаждении сливок после сепарирования норма потерь увеличивается для заводов 2-й группы на 0,08%, для заводов 3-й и 4-й групп – на 0,06%.

Таблица 5

**Сливки пастеризованные с массовой долей жира 8 и 10%  
из непастеризованных сливок, принятых от поставщиков  
(вид упаковки – фляги, бутылки, пакеты «Тетра-Пак», «Тетра-Брик»)**

Операция	Годовой объем переработки сырья в пересчете на молоко, т			
	до 10 000	10 001– 25 000	25 001– 50 000	более 50 000
Приемка сливок	0,03	0,03	0,02	0,02
Нормализация	0,07	0,07	0,07	0,07
Пастеризация	0,09	0,08	0,06	0,06
Гомогенизация	0,04	0,04	0,02	0,02
Охлаждение	0,08	0,08	0,06	0,06
Хранение	0,06	0,06	0,05	0,05
Розлив:				
– фляги	0,08	0,08	0,08	0,08
– 500 см <sup>3</sup> – бутылки	0,52	0,51	0,48	0,48
– 500 см <sup>3</sup> – пакеты	0,52	0,51	0,48	0,48
– 250, 200 см <sup>3</sup> – бутылки	0,57	0,56	0,53	0,53
– 250, 200 см <sup>3</sup> – пакеты	0,57	0,56	0,53	0,53
Хранение в цехе готовой продукции:				
– бутылки	0,04	0,04	0,04	0,04
– пакеты	0,05	0,05	0,05	0,05

Операция	Годовой объем переработки сырья в пересчете на молоко, т			
	до 10 000	10 001– 25 000	25 001– 50 000	более 50 000
<i>Итого:</i>				
– фляги	0,45	0,44	0,36	0,36
– 500 см <sup>3</sup> – бутылки	0,93	0,91	0,80	0,80
– 500 см <sup>3</sup> – пакеты	0,94	0,92	0,81	0,81
– 250, 200 см <sup>3</sup> – бутылки	0,98	0,96	0,85	0,85
– 250, 200 см <sup>3</sup> – пакеты	0,99	0,97	0,86	0,86

*Примечания:*

1. При производстве сливок пастеризованных с массовой долей жира более 10% нормы потерь для всех групп предприятий увеличиваются на 0,02%.

2. При производстве продукта в сутки в объеме менее 0,5 т потери увеличиваются на 0,3%.

3. При производстве сливок из сухих сливок потери увеличиваются для всех групп заводов на 0,35%.

Таблица 6

**Кефир, простокваша, ацидофильные напитки и другие, вырабатываемые из натурального сырья и из сухих молочных продуктов резервуарным способом (вид упаковки – бутылки и банки, пакеты «Тетра-Пак», «Тетра-Брик», «Пюр-Пак»)**

Операция	Годовой объем переработки сырья в пересчете на молоко, т			
	до 10 000	10 001– 25 000	25 001– 50 000	более 50 000
Приемка сырья	0,07	0,06	0,05	0,03
Нормализация	0,07	0,06	0,05	0,05
Очистка	0,03	0,03	0,02	0,02
Пастеризация, охлаждение	0,12	0,12	0,10	0,08
Заквашивание, сквашивание, охлаждение	0,26	0,24	0,24	0,24
Розлив:				
– 1000, 500 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	0,64	0,63	0,62	0,59
– 1000, 500 см <sup>3</sup> – пакеты	0,63	0,62	0,61	0,58
– 250, 200 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	0,69	0,68	0,67	0,64
– 250, 200 см <sup>3</sup> – пакеты	0,68	0,67	0,66	0,63
Хранение в цехе готовой продукции:				
– бутылки и банки	0,04	0,04	0,04	0,04
– пакеты	0,10	0,10	0,10	0,10
<i>Итого (из натурального молока):</i>				
– 1000, 500 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	1,23	1,18	1,12	1,05
– 1000, 500 см <sup>3</sup> – пакеты	1,28	1,23	1,17	1,10
– 250, 200 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	1,28	1,23	1,17	1,10
– 250, 200 см <sup>3</sup> – пакеты	1,33	1,28	1,22	1,15

*Примечания:*

1. При выработке продукции с гомогенизацией норма потерь увеличивается соответственно по группам предприятий на 0,02%; 0,02%; 0,01%; 0,01%.

2. При производстве кисломолочных продуктов менее 3 т в сутки потери увеличиваются на 0,1% для всех групп предприятий.

3. При производстве кисломолочных продуктов, вырабатываемых из сухих молочных продуктов, потери увеличиваются на 0,31% для всех групп предприятий.

4. Потери на операции «стерилизация» при производстве варенца принимаются в тех же величинах, что и на операции «пастеризация и охлаждение».

Таблица 7

**Кефир, простокваша, ацидофильные напитки и другие, вырабатываемые из натурального сырья и из сухих молочных продуктов термостатным способом (вид упаковки – бутылки и банки)**

Операция	Годовой объем переработки сырья в пересчете на молоко, т			
	до 10 000	10 001–25 000	25 001–50 000	более 50 000
Приемка сырья	0,07	0,06	0,05	0,03
Нормализация	0,07	0,06	0,05	0,05
Очистка	0,03	0,03	0,02	0,02
Пастеризация, охлаждение	0,12	0,12	0,10	0,08
Заквашивание	0,20	0,14	0,10	0,09
Розлив и хранение в камерах в бутылках и банках:				
– 1000, 500 см <sup>3</sup>	0,64	0,63	0,62	0,59
– 250, 200 см <sup>3</sup>	0,69	0,68	0,67	0,64
Хранение в цехе готовой продукции	0,04	0,04	0,04	0,04
<i>Итого</i> (из натурального молока):				
– 1000, 500 см <sup>3</sup>	1,17	1,08	0,98	0,90
– 250, 200 см <sup>3</sup>	1,22	1,13	1,03	0,95

*Примечания:*

1. При производстве кисломолочных продуктов менее 3 т в сутки потери увеличиваются на 0,1% для всех групп предприятий.

2. При производстве кисломолочных продуктов, вырабатываемых из сухих молочных продуктов, потери увеличиваются на 0,31% для всех групп предприятий.

3. При выработке продуктов с гомогенизацией норма потерь увеличивается соответственно по группам предприятий на 0,02%; 0,02%; 0,01%; 0,01%.

Таблица 8

**Ряженка, вырабатываемая резервуарным способом (вид упаковки – бутылки, банки, пакеты «Тетра-Пак», «Тетра-Брик»)**

Операция	Годовой объем переработки сырья в пересчете на молоко, т			
	до 10 000	10 001–25 000	25 001–50 000	более 50 000
Приемка сырья	0,07	0,06	0,05	0,03
Нормализация	0,07	0,06	0,05	0,05
Очистка	0,03	0,03	0,02	0,02

Операция	Годовой объем переработки сырья в пересчете на молоко, т			
	до 10 000	10 001– 25 000	25 001– 50 000	более 50 000
Пастеризация	0,08	0,08	0,07	0,03
Выдержка, охлаждение, заквашивание и сквашивание	0,39	0,39	0,39	0,39
Розлив:				
– 500 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	0,64	0,63	0,62	0,59
– 500 см <sup>3</sup> – пакеты	0,63	0,62	0,60	0,58
– 250, 200 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	0,69	0,68	0,67	0,64
– 250, 200 см <sup>3</sup> – пакеты	0,68	0,67	0,65	0,63
Хранение в цехе готовой продукции:				
– бутылки и банки	0,04	0,04	0,04	0,04
– пакеты	0,10	0,10	0,10	0,10
<i>Итого</i> (из натурального молока):				
– 500 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	1,32	1,29	1,24	1,15
– 500 см <sup>3</sup> – пакеты	1,37	1,34	1,28	1,20
– 250, 200 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	1,37	1,34	1,29	1,20
– 250, 200 см <sup>3</sup> – пакеты	1,42	1,39	1,33	1,25

*Примечания:*

1. При производстве продукта менее 1,0 т в сутки потери увеличиваются на 0,3%.
2. При выработке продукта с гомогенизацией норма потерь увеличивается соответственно по группам предприятий на 0,02%; 0,02%; 0,01%; 0,01%.

Таблица 9

**Ряженка, вырабатываемая термостатным способом  
(вид упаковки – бутылки и банки)**

Операция	Годовой объем переработки сырья в пересчете на молоко, т			
	до 10 000	10 001– 25 000	25 001– 50 000	более 50 000
Приемка сырья	0,07	0,06	0,05	0,03
Нормализация	0,07	0,06	0,05	0,05
Очистка	0,03	0,03	0,02	0,02
Пастеризация	0,08	0,08	0,07	0,03
Выдержка, охлаждение, заквашивание и сквашивание	0,20	0,20	0,20	0,20
Розлив и хранение в камерах:				
– 500 см <sup>3</sup>	0,64	0,63	0,62	0,59
– 250, 200 см <sup>3</sup>	0,69	0,68	0,67	0,64
Хранение в цехе готовой продукции	0,04	0,04	0,04	0,04

Операция	Годовой объем переработки сырья в пересчете на молоко, т			
	до 10 000	10 001– 25 000	25 001– 50 000	более 50 000
<i>Итого</i> (из натурального молока):				
– 500 см <sup>3</sup>	1,13	1,10	1,05	0,96
– 250, 200 см <sup>3</sup>	1,18	1,15	1,10	1,01

*Примечания:*

1. При производстве продукта менее 1,0 т в сутки потери увеличиваются на 0,3%.
2. При выработке продукта с гомогенизацией норма потерь увеличивается соответственно по группам предприятий на 0,02%; 0,02%; 0,01%; 0,01%.

Таблица 10

**Йогурт, вырабатываемый резервуарным способом (вид упаковки –  
бутылки, банки, пакеты «Тетра-Пак», «Тетра-Брик»)**

Операция	Годовой объем переработки сырья в пересчете на молоко, т			
	до 10 000	10 001– 25 000	25 001– 50 000	более 50 000
Приемка сырья	0,07	0,06	0,05	0,03
Нормализация	0,07	0,06	0,05	0,05
Внесение добавок	0,09	0,09	0,08	0,08
Очистка	0,03	0,03	0,02	0,02
Пастеризация, охлаждение	0,12	0,12	0,10	0,08
Заквашивание, сквашивание, охлаждение	0,39	0,39	0,39	0,39
Розлив:				
– 500 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	0,64	0,63	0,62	0,59
– 500 см <sup>3</sup> – пакеты	0,63	0,62	0,61	0,58
– 250, 200 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	0,69	0,68	0,67	0,64
– 250, 200 см <sup>3</sup> – пакеты	0,68	0,67	0,66	0,63
Хранение в цехе готовой продукции:				
– бутылки и банки	0,04	0,04	0,04	0,04
– пакеты	0,10	0,10	0,10	0,10
<i>Итого</i> (из натурального молока):				
– 500 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	1,45	1,42	1,35	1,28
– 500 см <sup>3</sup> – пакеты	1,50	1,47	1,40	1,33
– 250, 200 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	1,50	1,47	1,40	1,33
– 250, 200 см <sup>3</sup> – пакеты	1,55	1,52	1,45	1,38

*Примечания:*

1. При производстве йогурта из сухих молочных продуктов потери увеличиваются для всех групп заводов соответственно на 0,31%.
2. При выработке продукта с гомогенизацией норма потерь увеличивается соответственно по группам заводов на 0,02%; 0,02%; 0,01%; 0,01%.

Таблица 11

**Йогурт, вырабатываемый термостатным способом (вид упаковки – бутылки и банки)**

Операция	Годовой объем переработки сырья в пересчете на молоко, т			
	до 10 000	10 001– 25 000	25 001– 50 000	более 50 000
Приемка сырья	0,07	0,06	0,05	0,03
Нормализация	0,07	0,06	0,05	0,05
Внесение добавок	0,09	0,09	0,08	0,08
Очистка	0,03	0,03	0,02	0,02
Пастеризация, охлаждение	0,12	0,12	0,10	0,08
Заквашивание, сквашивание, охлаждение	0,20	0,20	0,20	0,20
Розлив и хранение в камерах:				
– 500 см <sup>3</sup>	0,64	0,63	0,62	0,59
– 250, 200 см <sup>3</sup>	0,69	0,68	0,67	0,64
Хранение в цехе готовой продукции	0,04	0,04	0,04	0,04
<i>Итого</i> (из натурального молока):				
– 500 см <sup>3</sup>	1,26	1,23	1,16	1,09
– 250, 200 см <sup>3</sup>	1,31	1,28	1,21	1,14

*Примечания:*

1. При производстве йогурта из сухих молочных продуктов потери увеличиваются для всех групп заводов соответственно на 0,31%.

2. При выработке продукта с гомогенизацией норма потерь увеличивается соответственно по группам заводов на 0,02%; 0,02%; 0,01%; 0,01%.

Таблица 12

**Сметана с массовой долей жира 10%, вырабатываемая из молока резервуарным способом (вид упаковки – фляги, бочки, бутылки, банки, стаканчики, коробочки)**

Операция	Годовой объем переработки сырья в пересчете на молоко, т			
	до 10 000	10 001– 25 000	25 001– 50 000	более 50 000
Приемка сырья	0,07	0,06	0,05	0,03
Сепарирование молока	0,17	0,15	0,07	0,07
<i>Итого</i> молока	0,24	0,21	0,12	0,10
Нормализация сливок	0,07	0,07	0,07	0,07
Пастеризация, гомогенизация и охлаждение сливок	0,21	0,20	0,14	0,14
Заквашивание и сквашивание сливок, хранение сметаны	0,18	0,16	0,16	0,16
Розлив:				
– фляги и бочки	0,06	0,06	0,06	0,06
– 300–500 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	0,53	0,53	0,53	0,53
– 100–250 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	0,63	0,63	0,63	0,63
– стаканчики и коробочки	0,55	0,55	0,55	0,55

Операция	Годовой объем переработки сырья в пересчете на молоко, т			
	до 10 000	10 001– 25 000	25 001– 50 000	более 50 000
Хранение в цехе готовой продукции (продукция в стеклянной таре)	0,04	0,04	0,04	0,04
<i>Итого</i> сливок:				
– фляги и бочки	0,52	0,49	0,43	0,43
– 300–500 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	1,03	1,00	0,94	0,94
– 100–250 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	1,13	1,10	1,04	1,04
– стаканчики и коробочки	1,01	0,98	0,92	0,92

*Примечания:*

1. При необходимости охлаждения и хранения сливок после сепарирования потери на этой операции составят соответственно по группам заводов 0,08%; 0,14%; 0,11%; 0,11%.

2. При расфасовке сметаны, поступившей на предприятия от заводов-поставщиков, дополнительная норма потерь составляет: в бочках – 0,40%; во флягах – 0,30%.

3. При производстве сметаны с массовой долей жира более 10% нормы потерь для всех групп предприятий увеличиваются на 0,02%.

Таблица 13

**Сметана с массовой долей жира 10%, вырабатываемая из сливок  
резервуарным способом (вид упаковки – фляги, бочки, бутылки, банки,  
стаканчики, коробочки)**

Операция	Годовой объем переработки сырья в пересчете на молоко, т			
	до 10 000	10 001– 25 000	25 001– 50 000	более 50 000
Приемка сырья	0,03	0,03	0,02	0,02
Нормализация сливок	0,07	0,07	0,07	0,07
Пастеризация, гомогенизация и охлаждение сливок	0,21	0,20	0,14	0,14
Заквашивание и сквашивание сливок, хранение сметаны	0,18	0,16	0,16	0,16
Розлив:				
– фляги и бочки	0,06	0,06	0,06	0,06
– 300–500 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	0,53	0,53	0,53	0,53
– 100–250 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	0,63	0,63	0,63	0,63
– стаканчики и коробочки	0,55	0,55	0,55	0,55
Хранение в цехе готовой продукции (продукция в стеклянной таре)	0,04	0,04	0,04	0,04
<i>Итого:</i>				
– фляги и бочки	0,55	0,52	0,45	0,45
– 300–500 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	1,06	1,03	0,96	0,96
– 100–250 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	1,16	1,13	1,06	1,06
– стаканчики и коробочки	1,04	1,01	0,94	0,94

Таблица 14

**Сметана с массовой долей жира 10%, вырабатываемая из молока  
термостатным способом (вид упаковки – бутылки и банки)**

Операция	Годовой объем переработки сырья в пересчете на молоко, т			
	до 10 000	10 001– 25 000	25 001– 50 000	более 50 000
Приемка сырья	0,07	0,06	0,05	0,03
Сепарирование молока	0,17	0,15	0,07	0,07
Нормализация сливок	0,07	0,07	0,07	0,07
Пастеризация, гомогенизация и охлаждение сливок, хранение	0,21	0,20	0,14	0,14
Заквашивание сливок	0,09	0,08	0,08	0,08
Розлив и хранение в камерах:				
– 300–500 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	0,52	0,51	0,48	0,48
– 100–250 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	0,57	0,56	0,53	0,53
Хранение в цехе готовой продукции	0,04	0,04	0,04	0,04
<i>Итого:</i>				
– 300–500 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	0,93	0,90	0,81	0,81
– 100–250 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	0,98	0,95	0,86	0,86

*Примечания:*

1. При необходимости охлаждения и хранения сливок после сепарирования молока потери сливок на этих операциях составят соответственно по группам заводов 0,08%; 0,14%; 0,11%; 0,11%.

2. При производстве сметаны с массовой долей жира более 10% потери для всех групп предприятий увеличиваются на 0,02%.

Таблица 15

**Сметана с массовой долей жира 10%, вырабатываемая из сливок  
термостатным способом (вид упаковки – бутылки и банки)**

Операция	Годовой объем переработки сырья в пересчете на молоко, т			
	до 10 000	10 001– 25 000	25 001– 50 000	более 50 000
Приемка сырья	0,03	0,03	0,02	0,02
Нормализация сливок	0,07	0,07	0,07	0,07
Пастеризация, гомогенизация и охлаждение сливок, хранение	0,21	0,20	0,14	0,14
Заквашивание сливок	0,09	0,08	0,08	0,08
Розлив и хранение в камерах:				
– 300–500 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	0,52	0,51	0,48	0,48
– 100–250 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	0,57	0,56	0,53	0,53
Хранение в цехе готовой продукции	0,04	0,04	0,04	0,04
<i>Итого:</i>				
– 300–500 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	0,96	0,93	0,83	0,83
– 100–250 см <sup>3</sup> – бутылки и банки	1,01	0,98	0,88	0,88



### **Производство закваски**

Типовые нормы предельно допустимых потерь сырья составляют 0,6% для всех групп предприятий.

При выработке стерильных заквасок потери увеличиваются на 0,02% для всех групп предприятий.

### **Производство творога**

Типовые нормы предельно допустимых потерь сырья при производстве творога 18 и 9% жирности и творога «Крестьянский» отдельным способом составляют 0,6%, или 6 кг/т. Списываются пропорционально массе компонентов по рецептурам.

Типовые нормы предельно допустимых потерь сырья при производстве творожной массы и творожных сырков составляют 0,37% для предприятий с годовым объемом переработки сырья в пересчете на молоко до 2 т/сут, и 0,32% при переработке сырья более 2 т/сут в пересчете на молоко.

Типовые нормы предельно допустимых потерь сырья при фасовке творога составляют 0,8% от массы творога (творог жирный и нежирный, вес бруска – до 1 кг).

Типовые нормы предельно допустимых потерь сырья при фасовке творожной массы и творожных сырков во фляги, ящики, бочки составляют 0,05–0,06%, в брикеты по 50, 100, 250 г – 0,74%.

Типовые нормы предельно допустимых потерь сырья при упаковывании творога в коробочки из полистирольной ленты и поливинилхлоридной пленки по 500 и 250 г составляют 0,55% (5,5 кг/т), в стаканчики из комбинированного материала и полистирола по 500 и 250 г – 0,55% (5,5 кг/т), в полиэтиленовую пленку по 500 и 250 г – 0,65% (6,5 кг/т), в стеклянную тару по 250 и 200 г – 0,67 (6,7 кг/т).

# ПРИЛОЖЕНИЕ 2

## Теплофизические свойства молока и молочных продуктов

Таблица 1

Плотность, теплоемкость и коэффициент теплопроводности молока  
и молочных продуктов при различных температурах

Продукт	Температура, °С	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Теплоемкость, кДж/кг·К	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)
Молоко натуральное	5	1102,3	3,615	0,526
	10	1033,2	3,853	0,531
	15	1030,0	3,854	0,537
	20	1027,9	3,855	0,542
	30	1023,6	3,856	0,553
	40	1019,3	3,859	0,564
	50	1015,1	3,864	0,575
	60	1010,3	3,869	0,586
	70	1004,5	3,879	0,597
Сливки жирностью 35%	5	1003,9	2,828	0,323
	10	1000,9	2,857	0,328
	15	997,7	2,885	0,334
	20	994,5	2,914	0,339
	30	988,2	2,971	0,351
	40	981,9	3,029	0,363
	50	975,5	3,086	0,377
	60	969,2	3,143	0,392
	70	962,9	3,200	0,409
80	956,6	3,258	0,427	
Молоко обезжиренное	15	1036	3,956	0,547
Молоко сгущенное	15	1100	2,889	0,316
Молоко сгущенное с сахаром	15	1280	2,261	0,267
Пахта	15	1032	3,936	0,453
Сыворотка	15	1027	4,082	0,541
Сыр жирный	15	1080	2,428	0,349
Творог жирный	15	1060	3,266	0,430
Сметана	20	—	3,182	0,349

Таблица 2

**Коэффициенты теплопроводности сливок различной жирности  
и молочного жира**

Жирность сливок, %	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К), при температуре, °С							
	5	15	25	35	45	55	65	75
10	0,472	0,484	0,494	0,505	0,516	0,527	0,538	0,549
20	0,419	0,428	0,438	0,446	0,454	0,463	0,472	0,481
30	0,370	0,377	0,384	0,390	0,397	0,404	0,411	0,417
40	0,327	0,332	0,337	0,342	0,347	0,352	0,357	0,361
50	0,286	0,289	0,292	0,295	0,299	0,302	0,305	0,309
60	0,255	0,257	0,259	0,261	0,262	0,264	0,266	0,268
70	0,226	0,227	0,228	0,228	0,229	0,230	0,230	0,231
80	0,204	0,204	0,203	0,203	0,203	0,202	0,202	0,202
Молочный жир	0,167	0,172	0,170	0,169	0,167	0,165	0,164	0,162

Таблица 3

**Коэффициенты теплопроводности различных видов сливочного масла**

Продукт	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К), при температуре, °С						
	- 25	- 18	- 14	- 10	- 5	5	17
Сладкосливочное масло, полученное методом сбивания	0,288	0,276	0,276	0,312	0,279	0,202	0,230
Сладкосливочное масло, полученное методом преобразования высокожирных сливок	0,239	0,244	0,233	0,251	0,264	0,195	0,230

Таблица 4

**Теплоемкость сливок различной жирности и молочного жира**

Жирность сливок, %	Теплоемкость, кДж/кг·К, при температуре, °С						
	5	10	20	30	40	50	60
10	4150	4000	3850	3830	3770	3790	3810
20	4380	4050	3750	3710	3580	3600	3620
30	4610	4110	3660	3580	3380	3410	3435
40	4850	4170	3560	3450	3180	3210	3250
50	5070	4230	3470	3330	2980	3020	3060
60	5290	4290	3370	3200	2790	2830	2870
70	5520	4360	3280	3080	2590	2630	2680
80	5750	4410	3180	2950	2390	2440	2490
Молочный жир	3000	3540	4300	3640	2400	2270	—

Таблица 5

**Плотность сливок различной жирности и молочного жира**

Жирность сливок, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup> , при температуре, °С						
	5	10	20	30	40	50	60
28,5	1015	1009	1004	996	991	985	979
40,5	1001	994	987	978	971	986	960
50	991	985	978	969	961	955	947
60	975	970	962	958	948	940	934
65	968	963	955	948	943	935	929
75,5	964	958	950	948	935	927	920
81,0	954	951	942	935	927	917	913
83,4	946	942	938	933	924	913	908
Молочный жир	955	946	930	914	904	897	890

Таблица 6

**Нормы расхода холода, пара, воды и электроэнергии на 1 т готовой продукции**

Продукция	Норма расхода				
	Холод, тыс. кДж	Пар, т		Вода, м <sup>3</sup>	Электроэнергия, кВт·ч
		на технологические нужды	на вентиляцию		
Молоко обезжиренное	91,9	0,1	0,1	4,05	84
Молоко пастеризованное в пакетах и флягах	171,6	0,2	0,2	7,5	84
Молоко в бутылках	184,3	0,2	0,14	9,5	87
Молоко стерилизованное	48,1	0,6	–	8,5	50
Молоко топленое	292,6	0,6	0,5	9,7	131
Молоко сухое цельное	468,1	4,7	0,65	18,8	707
Молоко сухое обезжиренное	601,9	6,4	9,2	89	856
Молоко сгущенное с сахаром	129,6	1,6	0,5	4,1	175
Молоко сгущенное стерилизованное	158,8	1	0,3	8,1	280
Простокваша	447,3	0,4	0,35	11,6	186
Кефир жирный в бутылках	286,3	0,3	0,35	11	125
Кефир жирный в пакетах	361,6	0,2	0,25	8,6	119
Кефир обезжиренный	361,6	0,45	–	10,7	167

Окончание табл. 6

Продукция	Норма расхода				
	Холод, тыс. кДж	Пар, т		Вода, м <sup>3</sup>	Электро- энергия, кВт·ч
		на техно- логические нужды	на венти- ляцию		
Ряженка	459,8	0,8	0,5	21,7	211
Сливки	317,7	0,5	0,5	28,6	142
Сметана	470,2	1	0,73	27	237
Творог жирностью 18%	1300	1,65	–	47,8	808
Творог полужирный	1430	1,4	2,5	52,6	930
Творог зерненный	1847	1,9	2	61,3	907
Сырки творожные	1107,7	1,7	2,3	32,5	696
Сырки глазированные	1065,9	2,4	–	48,2	616
Сыр костромской и голландский	3155,2	2,5	3,3	78,9	1488
Сыр российский	2466,2	2,3	3,2	70	1023
Масло сливочное, вы- работанное методом преобразования вы- сокожирных сливок	1364	2,6	0,5	52,9	667
Масло сливочное, выработанное мето- дом сбивания	1195,5	1,7	–	57,8	734

# РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Маркевич, Р. М. Основные пищевые производства / Р. М. Маркевич. – Минск: БГТУ, 2008. – 424 с.
2. Технология пищевых производств / Л. П. Ковальская [и др.]; под ред. Л. П. Ковальской. – М.: Колос, 1997. – 752 с.
3. Бредихин, С. А. Технология и техника переработки молока / С. А. Бредихин, Ю. В. Космодемьянский, В. Н. Юрин. – М.: Колос, 2003. – 398 с.
4. Технология молока и молочных продуктов / Г. Н. Крусь [и др.]. – М.: Колос, 2004. – 455 с.
5. Твердохлеб, Г. В. Технология молока и молочных продуктов / Г. В. Твердохлеб, Г. Ю. Сажинов, Р. И. Раманаускас. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 560 с.
6. Крусь, Г. Н. Технология сыра и других молочных продуктов / Г. Н. Крусь, И. М. Кулешова, Н. И. Дунченко. – М.: Колос, 1992. – 320 с.
7. Горбатова, К. К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов / К. К. Горбатова. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 351 с.
8. Самойлов, В. А. Справочник технолога молочного производства: в 7 т. / В. А. Самойлов, П. Г. Нестеренко, О. Ю. Толмачев; под ред. А. Г. Храмова. – СПб.: ГИОРД, 2004. – Т. 7: Оборудование молочных предприятий: справочник-каталог. – 832 с.
9. Вышемирский, Ф. А. Масло из коровьего молока и комбинированное / Ф. А. Вышемирский. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 717 с.
10. Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства / Л. Я. Ауэрман. – 9-е изд., перераб и доп. – СПб.: Профессия, 2003. – 414 с.
11. Матвеева, И. В. Биотехнологические основы приготовления хлеба / И. В. Матвеева, И. Г. Белявская. – М.: ДеЛи принт, 2001. – 149 с.
12. Цыганова, Т. Б. Технология хлебопекарного производства / Т. Б. Цыганова. – М.: ПрофОбрИздат, 2001. – 432 с.
13. Балашов, В. Е. Дипломное проектирование предприятий по производству пива и безалкогольных напитков / В. Е. Балашов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 288 с.
14. Дипломное проектирование заводов по производству пива и безалкогольных напитков / К. А. Калунянц [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1987. – 272 с.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
1. Технология молока и молочной продукции .....	4
1.1. Технологические схемы производства.....	4
1.2. Материальные расчеты .....	45
1.3. Тепловые расчеты.....	73
1.4. Расчет и подбор оборудования.....	74
2. Технология хлеба и хлебобулочных изделий.....	76
2.1. Технологическая схема производства.....	76
2.2. Материальные расчеты .....	80
2.3. Тепловые расчеты.....	98
2.4. Расчет и подбор оборудования.....	100
3. Технология пива .....	104
3.1. Технологическая схема производства.....	104
3.2. Материальные расчеты .....	110
3.3. Тепловые расчеты.....	117
3.4. Расчет и подбор оборудования.....	119
4. Технология игристых вин.....	123
4.1. Технологические схемы производства.....	123
4.2. Материальные расчеты .....	135
4.3. Тепловые расчеты.....	148
4.4. Расчет и подбор оборудования.....	150
5. Технология плодово-ягодных вин .....	156
5.1. Технологические схемы производства.....	156
5.2. Материальные расчеты .....	165
5.3. Тепловые расчеты.....	172
5.4. Расчет и подбор оборудования.....	173
Приложение 1. Типовые нормы предельно допустимых потерь сырья .....	174
Приложение 2. Теплофизические свойства молока и молочных продуктов .....	186
Рекомендуемая литература .....	190

Учебное издание

**Маркевич** Раиса Михайловна  
**Ахрамович** Татьяна Игоревна  
**Остроух** Олег Владиславович

## **РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНЫХ И ТЕПЛОВЫХ БАЛАНСОВ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Электронное учебно-методическое пособие  
к курсовому и дипломному проектированию

Редактор *Р. М. Рябая*  
Компьютерная верстка *Я. Ч. Болбот*  
Корректор *Р. М. Рябая*

Издатель:

УО «Белорусский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/227 от 20.03.2014.

Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.