

## Раздел 2. ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

### 2.1 Производство цельномолочной продукции

#### 2.1.1 Производство питьевого молока и сливок

Ассортимент питьевого молока и сливок представлен следующими основными группами продуктов: пастеризованные молоко и сливки, стерилизованные молоко и сливки, молочные напитки.

Производство питьевых молока и сливок осуществляется по технологическим схемам, представленным на рисунках 14, 15, 16 [18, 19, 20].

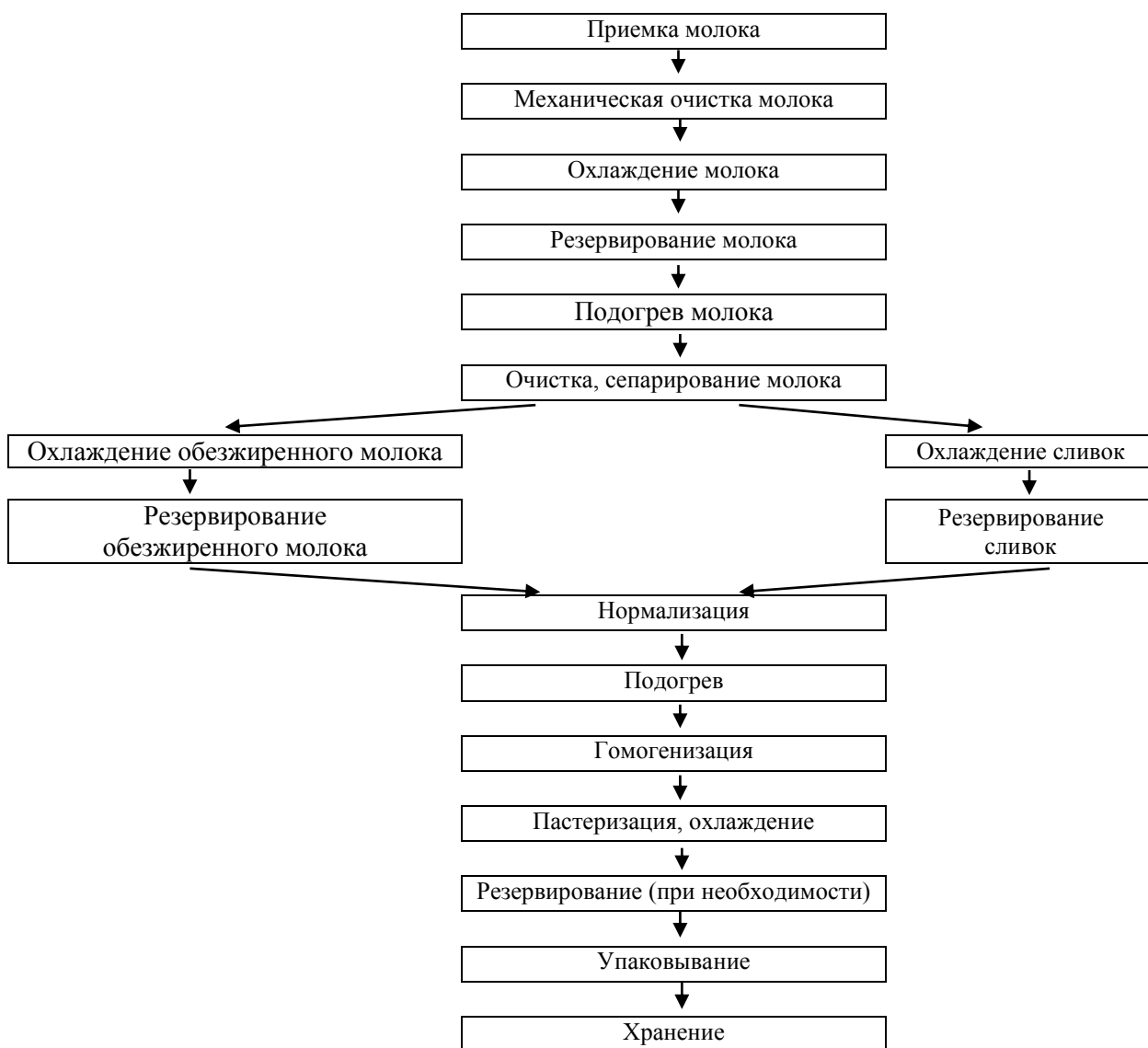


Рис. 14. Технологическая схема производства пастеризованного молока (нормализация способом смешивания компонентов)

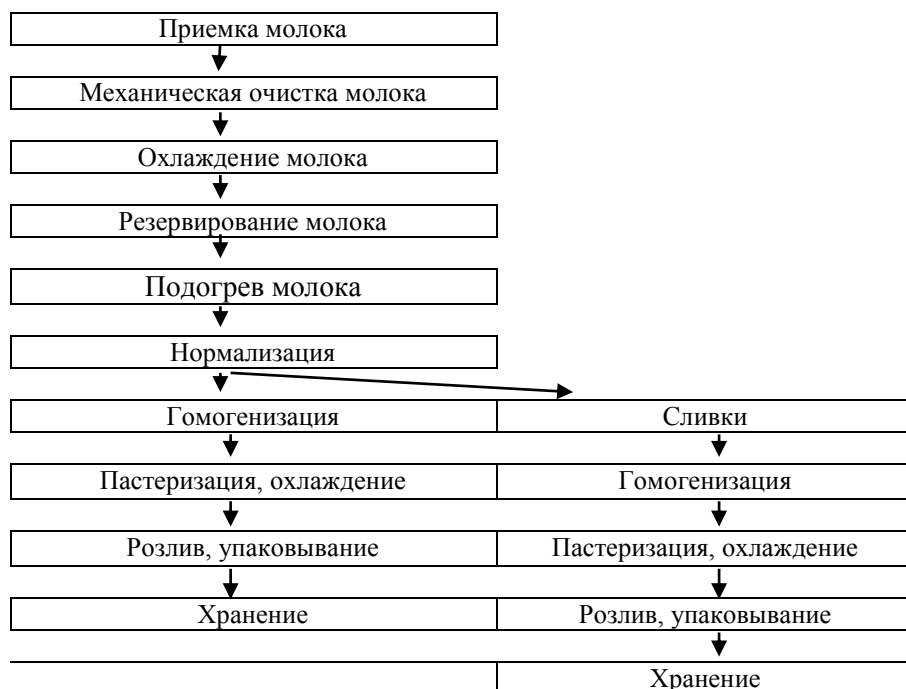
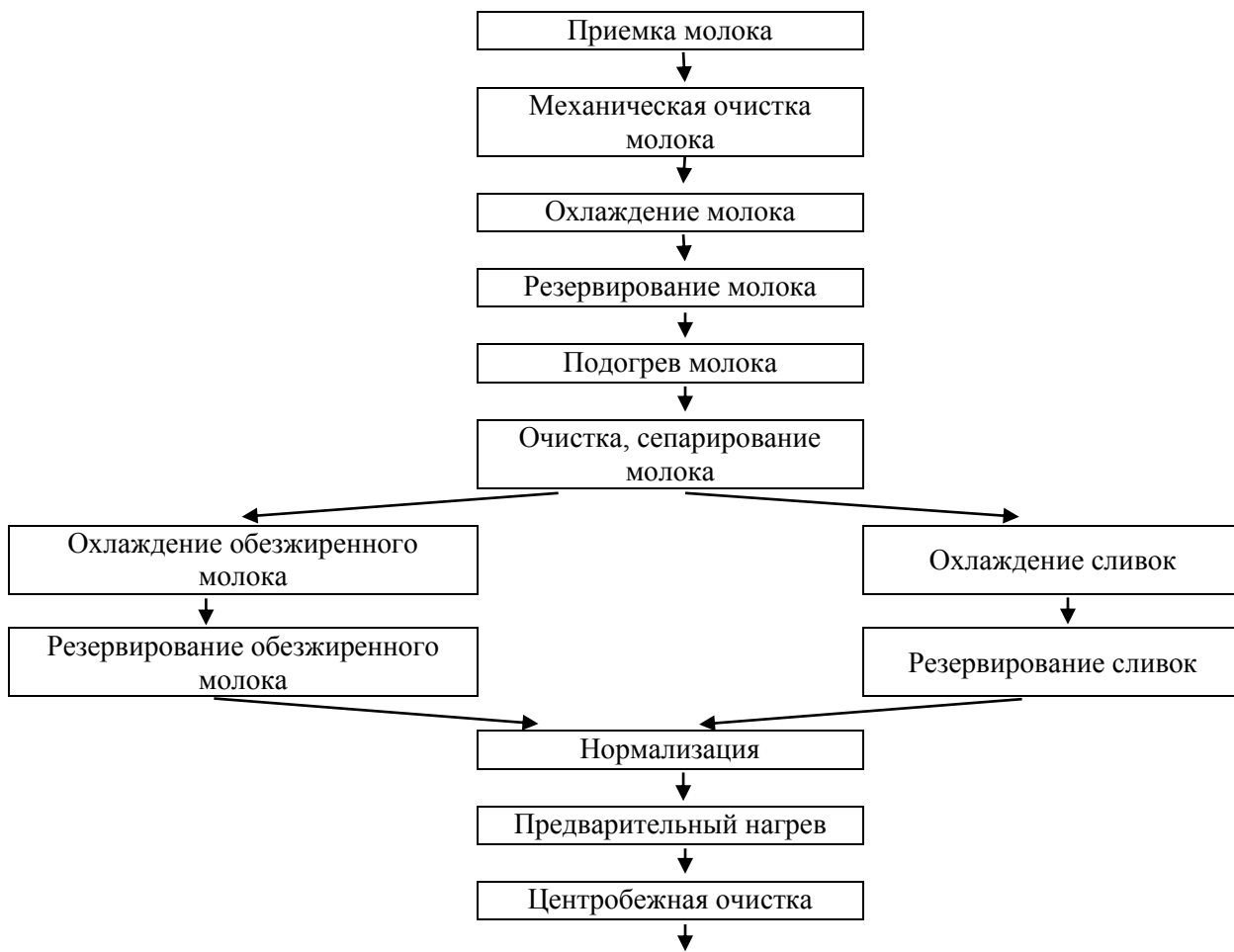


Рис. 15. Технологическая схема производства пастеризованных молока и сливок (нормализация в потоке)



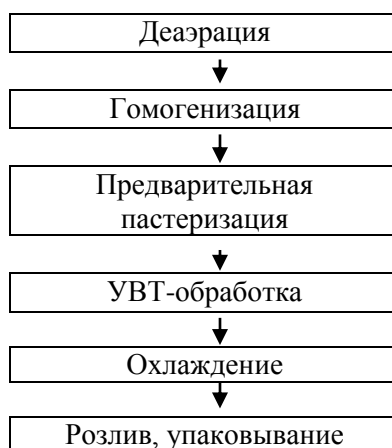


Рис. 16. Технологическая схема производства УВТ-молока

Описание технологических процессов с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве пастеризованного молока и при производстве УВТ-молока (с использованием косвенного нагрева) приведено в таблицах 20 и 21.

Таблица 20 – Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве пастеризованного молока

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное оборудование	Эмиссии
Сырое молоко, электроэнергия	Приемка молока	Сырое молоко	Насос, счетчик	Смывные воды
Сырое молоко	Механическая очистка молока	Очищенное молоко	Фильтр	Осадок механических примесей, загрязненные фильтры, смывные воды
Очищенное молоко, водопотребление	Охлаждение молока	Охлажденное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню
Охлажденное молоко	Резервирование молока	Охлажденное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденное молоко, водопотребление, потребление пара	Подогрев молока	Подогретое молоко	Подогреватель пластинчатый	Смывные воды
Подогретое молоко	Очистка и сепарирование молока	Сливки и обезжиренное молоко	Сепаратор-сливкоотделитель	Осадок (шлам) смывные воды

Сливки, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение сливок	Охлажденные сливки	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденные сливки, водопотребление, электроэнергия	Резервирование сливок	Охлажденные сливки	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденное обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Резервирование обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденные сырое молоко, обезжиренное молоко, сливки, водопотребление, электроэнергия	Нормализация	Нормализованное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Нормализованное молоко водопотребление, электроэнергия, потребление пара	Подогрев		Пастеризационно-охладительная установка	Смывные воды
Нормализованное молоко, водопотребление, электроэнергия	Гомогенизация	Гомогенизированное нормализованное молоко	Гомогенизатор	Смывные воды
Гомогенизированное нормализованное молоко, водопотребление, электроэнергия, потребление пара,	Пастеризация, охлаждение	Охлажденное пастеризованное нормализованное молоко	Пастеризационно-охладительная установка	Смывные воды
Охлажденная пастеризованная нормализованная смесь (охлажденное пастеризованное нормализованное молоко), водопотребление, электроэнергия	Резервирование	Охлажденное пастеризованное нормализованное молоко	Емкость с изоляцией	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденное пастеризованное	Упаковывание	Пастеризованное молоко в упаковке	Фасовочный автомат	Отходы упаковочных материалов

нормализованное молоко				
Пастеризованное молоко в упаковке, хладагент	Хранение		Холодильная камера (2-6 °С)	-

Таблица 21 – Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве УВТ-молока (с использованием косвенного нагрева)

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное оборудование	Эмиссии
Сырое молоко, электроэнергия	Приемка молока	Сырое молоко	Насос, счетчик	Смывные воды
Сырое молоко	Механическая очистка молока	Очищенное молоко	Фильтр	Осадок механических примесей, загрязненные фильтры, смывные воды
Очищенное молоко, водопотребление	Охлаждение молока	Охлажденное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню
Охлажденное молоко	Резервирование молока	Охлажденное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденное молоко, водопотребление, потребление пара	Подогрев молока	Подогретое молоко	Подогреватель пластинчатый	Смывные воды
Подогретое молоко	Очистка и сепарирование молока	Сливки и обезжиренное молоко	Сепаратор-сливкоотделитель	Осадок (шлам), смывные воды
Сливки, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение сливок	Охлажденные сливки	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденные сливки, водопотребление, электроэнергия	Резервирование сливок	Охлажденные сливки	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденное обезжиренное молоко,	Резервирование обезжиренного	Охлажденное обезжиренное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды

водопотребление, электроэнергия	молока			
Охлажденные сырое молоко, обезжиренное молоко, сливки, водопотребление, электроэнергия	Нормализация	Нормализованное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Нормализованное молоко, водопотребление, электроэнергия, потребление пара	Подогрев	Нормализованное подогретое молоко	Установка УВТ-обработки молока	Смывные воды
Нормализованное подогретое молоко	Деаэрация	Нормализованное деаэрированное подогретое молоко	Деаэратор	
Нормализованное молоко, водопотребление, электроэнергия	Гомогенизация	Гомогенизированное нормализованное молоко	Гомогенизатор	Смывные воды
Гомогенизированное нормализованное молоко водопотребление, электроэнергия, потребление пара	УВТ-обработка молока, охлаждение	Охлажденное УВТ-обработанное молоко	Установка УВТ-обработки молока	Смывные воды
Охлажденное УВТ-обработанное молоко водопотребление, электроэнергия	Резервирование	Охлажденное УВТ-обработанное молоко	Асептическая емкость с изоляцией	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденное УВТ-обработанное молоко	Упаковывание	УВТ-обработанное молоко в упаковке	Автомат асептической фасовки	Отходы упаковочных материалов
УВТ-обработанное молоко в упаковке, хладагент	Хранение		Камера хранения	-

*Подробное описание технологического процесса производства питьевого молока (сливок) представлено в Приложении 1.*

## **2.1.2 Производство жидких кисломолочных продуктов и напитков**

Ассортимент жидких кисломолочных продуктов и напитков очень

разнообразен и представлен следующими основными видами: простокваша, варенец, ряженка; кефир; ацидофильные напитки (ацидофильное молоко, ацидолакт, ацидофилин и др.); йогурт; напитки «Снежок», «Юбилейный», «Коломенский» и др.

Разнообразие в ассортименте продуктов обусловлено использованием различного вида молочного сырья (нормализованного не только по жиру, но и другим показателям молока); применением различного режима тепловой обработки молока (пастеризация, топление, стерилизация, УВТ-обработка); составом микрофлоры закваски (различные виды молочнокислых бактерий, дрожжи, уксуснокислые бактерии, бифидобактерии, пропионовокислые бактерии); использованием наполнителей (фруктовых, плодово-ягодных, белковых), пищевых добавок, функциональных ингредиентов.

Производство жидких кисломолочных продуктов и напитков осуществляется по единой технологической схеме резервуарным или термостатным способами (рис. 17) [18, 19, 20].

Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве жидких кисломолочных продуктов и напитков резервуарным способом и термостатным способом представлено в таблицах 22, 23.



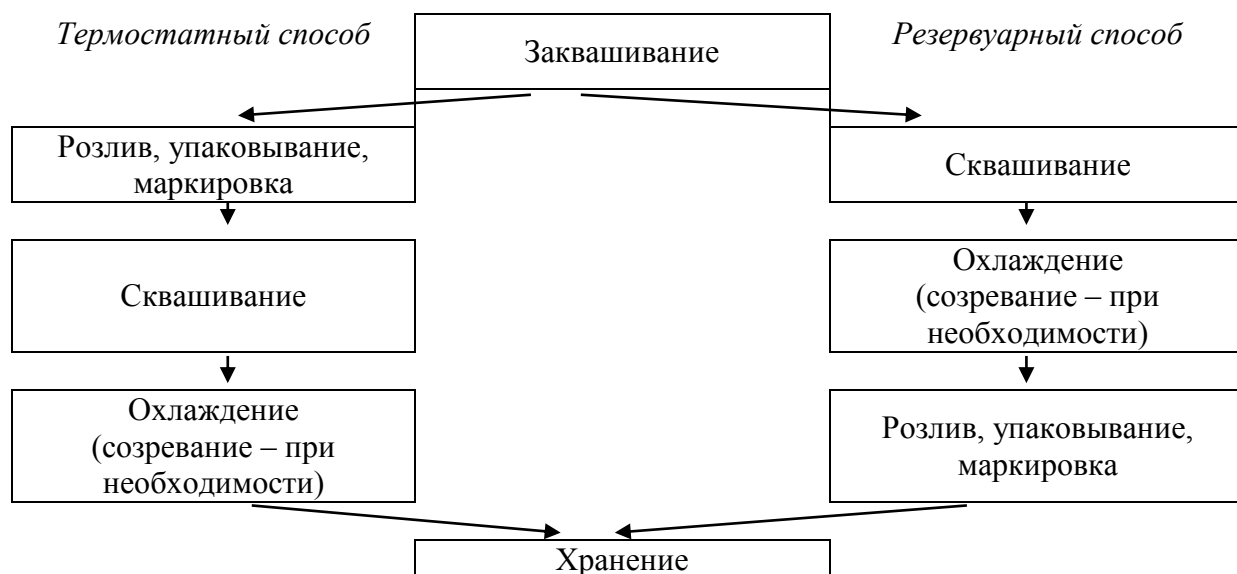


Рис. 17. Технологическая схема производства жидких кисломолочных продуктов и напитков

Таблица 22 – Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве жидких кисломолочных продуктов и напитков (резервуарный способ)

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное оборудование	Эмиссии
Сырое молоко, электроэнергия	Приемка молока	Сырое молоко	Насос, счетчик	Смывные воды
Сырое молоко	Механическая очистка молока	Очищенное молоко	Фильтр	Осадок механических примесей, загрязненные фильтры, смывные воды
Очищенное молоко, водопотребление	Охлаждение молока	Охлажденное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню
Охлажденное молоко	Резервирование молока	Охлажденное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденное молоко, водопотребление, потребление пара	Подогрев молока	Подогретое молоко	Подогреватель пластинчатый	Смывные воды
Подогретое молоко	Очистка и сепарирование молока	Сливки и обезжиренное молоко	Сепаратор-сливкоотделитель	Шлам, смывные воды
Сливки, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение сливок	Охлажденные сливки	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды

Охлажденные сливки, водопотребление, электроэнергия	Резервирование сливок	Охлажденные сливки	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденное обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Резервирование обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденные сырое молоко, обезжиренное молоко и сливки, водопотребление, электроэнергия	Нормализация	Нормализованная смесь (нормализованное молоко)	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Нормализованная смесь (нормализованное молоко) водопотребление, электроэнергия, потребление пара	Подогрев		Пастеризационно-охладительная установка	Смывные воды
Нормализованная смесь (нормализованное молоко) водопотребление, электроэнергия	Гомогенизация	Гомогенизованная нормализованная смесь (гомогенизованное нормализованное молоко)	Гомогенизатор	Смывные воды
Гомогенизованная нормализованная смесь (нормализованное молоко) водопотребление, электроэнергия, потребление пара,	Пастеризация, охлаждение до температуры заквашивания	Охлажденная пастеризованная нормализованная смесь (охлажденное пастеризованное нормализованное молоко)	Пастеризационно-охладительная установка	Смывные воды
Охлажденная пастеризованная нормализованная смесь (охлажденное пастеризованное)	Заквашивание и сквашивание, охлаждение	Охлажденная сквашенная смесь	Емкость с изоляцией	Отепленная вода на градирню, смывные воды

нормализованное молоко), Закваска (DVS-культуры, БК, производственная закваска) водопотребление, электроэнергия				
Сквашенная смесь	Упаковывание	Кисломолочный продукт в упаковке	Фасовочный автомат	Отходы упаковочных материалов
Кисломолочный продукт в упаковке, хладагент	Хранение		Холодильная камера (2-6 °С)	-

Таблица 23 – Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве жидких кисломолочных продуктов и напитков (термостатный способ)

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное оборудование	Эмиссии
Сырое молоко, электроэнергия	Приемка молока	Сырое молоко	Насос, счетчик	Смывные воды
Сырое молоко	Механическая очистка молока	Очищенное молоко	Фильтр	Осадок механических примесей, загрязненные фильтры, смывные воды
Очищенное молоко, водопотребление	Охлаждение молока	Охлажденное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню
Охлажденное молоко	Резервирование молока	Охлажденное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденное молоко, водопотребление, потребление пара	Подогрев молока	Подогретое молоко	Подогреватель пластинчатый	Смывные воды
Подогретое молоко	Очистка и сепарирование молока	Сливки и обезжиренное молоко	Сепаратор-сливкоотделитель	Осадок (шлам), смывные воды
Сливки, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение сливок	Охлажденные сливки	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденные сливки, водопотребление, электроэнергия	Резервирование сливок	Охлажденные сливки	Емкость с изоляцией	Смывные воды

Обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденное обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Резервирование обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденные сырое молоко, обезжиренное молоко и сливки, водопотребление, электроэнергия	Нормализация	Нормализованная смесь (нормализованное молоко)	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Нормализованная смесь (нормализованное молоко) водопотребление, электроэнергия, потребление пара	Подогрев	Подогретая нормализованная смесь (нормализованное молоко)	Пастеризационно-охладительная установка	Смывные воды
Подогретая нормализованная смесь (нормализованное молоко) водопотребление, электроэнергия	Гомогенизация	Гомогенизованная нормализованная смесь (гомогенизованное нормализованное молоко)	Гомогенизатор	Смывные воды
Гомогенизованная нормализованная смесь (нормализованное молоко) водопотребление, электроэнергия, потребление пара	Пастеризация, охлаждение до температуры заквашивания	Охлажденная пастеризованная нормализованная смесь (охлажденное пастеризованное нормализованное молоко)	Пастеризационно-охладительная установка	Смывные воды
Охлажденная пастеризованная нормализованная смесь (охлажденное пастеризованное нормализованное молоко),	Заквашивание	Заквашенная смесь	Емкость с изоляцией	Отепленная вода на градирню, смывные воды

водопотребление, электроэнергия				
Заквашенная смесь	Упаковывание (фасование)	Заквашенная смесь в упаковке	Фасовочный автомат	Отходы упаковочных материалов
Заквашенная смесь в упаковке, электроэнергия	Сквашивание	Сквашенный продукт в упаковке	Термостатная камера	
Сквашенный продукт в упаковке, хладагент	Охлаждение, хранение	Кисломолочный продукт в упаковке	Холодильная камера (2-6 °С)	-

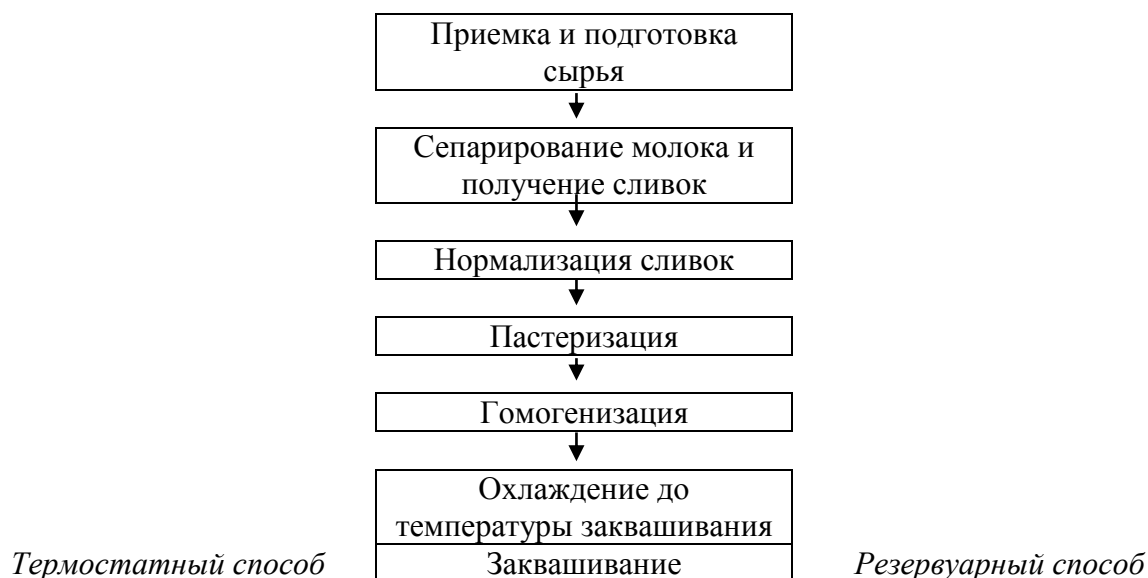
*Подробное описание технологического процесса производства жидких кисломолочных продуктов и напитков и особенности технологии характерных представителей приведены в Приложении 1.*

### **2.1.3 Производство сметаны**

*Сметана* – кисломолочный продукт, получаемый путем сквашивания пастеризованных сливок чистыми культурами молочнокислых бактерий с последующим созреванием сквашенных сливок.

Сметану вырабатывают термостатным и резервуарным способами (большая часть сметаны производится резервуарным способом), с использованием гомогенизации сливок и/или низкотемпературной обработкой сливок (физическим созреванием) перед сквашиванием.

Технологическая схема производства сметаны приведена на рисунке 18.



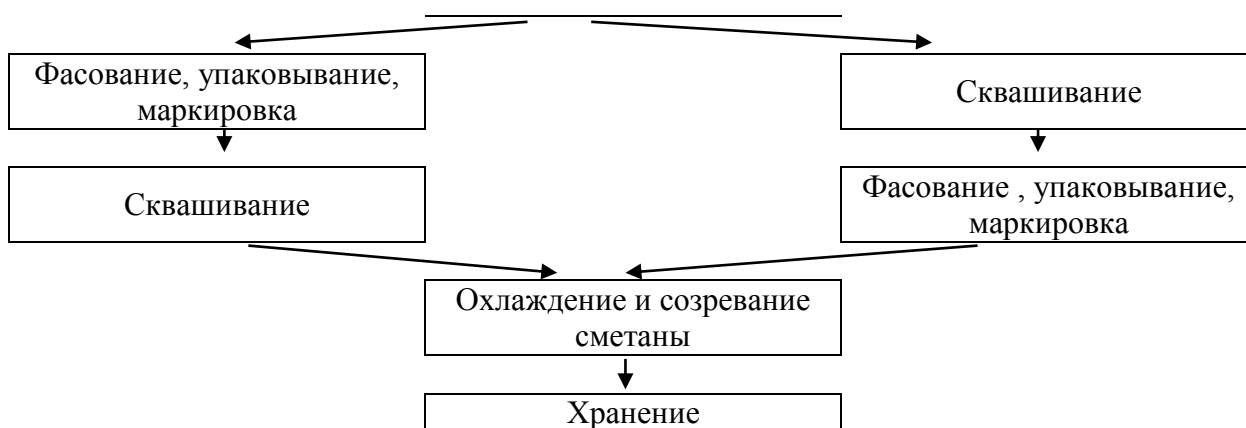


Рисунок 18. Технологическая схема производства сметаны [18, 19, 20]

Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве сметаны резервуарным и термостатным способами представлено в таблицах 25, 26.

Таблица 25 – Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве сметаны (резервуарный способ)

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное оборудование	Эмиссии
Сырое молоко, электроэнергия	Приемка молока	Сырое молоко	Насос, счетчик	Смывные воды
Сырое молоко	Механическая очистка молока	Очищенное молоко	Фильтр	Осадок механических примесей, загрязненные фильтры, смывные воды
Очищенное молоко, водопотребление	Охлаждение молока	Охлажденное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню
Охлажденное молоко	Резервирование молока	Охлажденное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденное молоко, водопотребление, потребление пара	Подогрев молока	Подогретое молоко	Подогреватель пластинчатый	Смывные воды
Подогретое молоко	Очистка и сепарирование молока	Сливки и обезжиренное молоко	Сепаратор-сливкоотделитель	Осадок (шлам), смывные воды
Сливки, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение сливок	Охлажденные сливки	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды

Охлажденные сливки, водопотребление, электроэнергия	Резервирование сливок	Охлажденные сливки	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденное обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Резервирование обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденные сливки, обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Нормализация (при необходимости)	Нормализованные сливки	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Нормализованные сливки, водопотребление, электроэнергия, потребление пара	Подогрев	Подогретые нормализованные сливки	Пастеризационно-охлаждающая установка	Смывные воды
Подогретые нормализованные сливки водопотребление, электроэнергия	Гомогенизация	Гомогенизированные сливки	Гомогенизатор	Смывные воды
Гомогенизированные сливки, водопотребление, электроэнергия, потребление пара,	Пастеризация, охлаждение до температуры заквашивания	Охлажденные пастеризованные гомогенизированные сливки	Пастеризационно-охлаждающая установка	Смывные воды
Охлажденные пастеризованные гомогенизированные сливки, закваска (DVS-культуры, БК, производственная закваска) водопотребление, электроэнергия	Заквашивание и сквашивание, охлаждение	Охлажденные сквашенные сливки	Емкость с изоляцией	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Сквашенные сливки	Упаковывание	Сквашенные сливки в упаковке	Фасовочный автомат	Отходы упаковочных материалов
Сквашенные сливки в упаковке, хладагент	Созревание, хранение	Сметана в упаковке	Холодильная камера (2-6 °С)	-

Таблица 26 – Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве сметаны (термостатный способ)

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное оборудование	Эмиссии
Сырое молоко, электроэнергия	Приемка молока	Сырое молоко	Насос, счетчик	Смывные воды
Сырое молоко	Механическая очистка молока	Очищенное молоко	Фильтр	Осадок механических примесей, загрязненные фильтры, смывные воды
Очищенное молоко, водопотребление	Охлаждение молока	Охлажденное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню
Охлажденное молоко	Резервирование молока	Охлажденное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденное молоко, водопотребление, потребление пара	Подогрев молока	Подогретое молоко	Подогреватель пластинчатый	Смывные воды
Подогретое молоко	Очистка и сепарирование молока	Сливки и обезжиренное молоко	Сепаратор-сливкоотделитель	Осадок (шлам), смывные воды
Сливки, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение сливок	Охлажденные сливки	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденные сливки, водопотребление, электроэнергия	Резервирование сливок	Охлажденные сливки	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденное обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Резервирование обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденные сливки, обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Нормализация (при необходимости)	Нормализованные сливки	Емкость с изоляцией	Смывные воды

Нормализованные сливки, водопотребление, электроэнергия, потребление пара	Подогрев	Подогретые нормализованные сливки	Пастеризационно-охлаждающая установка	Смывные воды
Подогретые нормализованные сливки, водопотребление, электроэнергия	Гомогенизация	Гомогенизированные сливки	Гомогенизатор	Смывные воды
Гомогенизированные сливки, водопотребление, электроэнергия, потребление пара	Пастеризация, охлаждение до температуры заквашивания	Охлажденные пастеризованные гомогенизированные сливки	Пастеризационно-охлаждающая установка	Смывные воды
Охлажденные пастеризованные гомогенизированные сливки, водопотребление, электроэнергия	Заквашивание	Охлажденные заквашенные сливки	Емкость с изоляцией	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденные заквашенные сливки	Упаковывание (фасование)	Заквашенные сливки в упаковке	Фасовочный автомат	Отходы упаковочных материалов
Заквашенная смесь в упаковке	Сквашивание	Сквашенные сливки в упаковке	Термостатная камера	
Сквашенные сливки в упаковке, хладагент	Охлаждение, созревание, хранение	Сметана в упаковке	Холодильная камера (2-6 °С)	-

*Подробное описание технологического процесса производства сметаны представлено в приложении 1.*

#### **2.1.4 Производство творога**

*Творог* – это белковый кисломолочный продукт, вырабатываемый путем сквашивания молока (нормализованной смеси) чистыми культурами молочнокислых бактерий (лактококков; лактококков и термофильных молочнокислых стрептококков) с последующим удалением сыворотки из сгустка. Творог вырабатывается различными способами, отличающимися уровнем механизации и автоматизации технологического процесса, трудоемкостью и расходом сырья.

Способы производства творога подразделяют в зависимости от:

- метода коагуляции белков молока (кислотный, кислотно-сычужный);
- метода регулирования массовой доли жира в готовом твороге (традиционный – выработка творога из нормализованной по жиру смеси и отдельный – за счет внесения необходимого количества жира в виде сливок в обезжиренный творог);
- метода обезвоживания сгустка (самопрессованием, прессованием, сепарированием, ультрафильтрацией);
- аппаратного оформления технологического процесса (с использованием творожных ванн, творогоизготовителей (коагуляторов), поточно-механизированных линий).

Несмотря на большое разнообразие способов производства творога, в любой технологической схеме можно выделить два основных этапа: первый – подготовка молока к сквашиванию и получение сгустка, второй – обработка сгустка с целью выделения избыточного количества сыворотки и получения стандартного по массовой доле влаги творога [18, 19, 20]. Общая технологическая схема производства творога приведена на рис. 19.



Рисунок 19. Технологическая схема производства творога

Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве творога на поточных механизированных линиях приведено в таблицах 27- 30.

Таблица 27 – Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве творога на поточной механизированной линии типа ОЛИТ-ПРО

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное оборудование	Эмиссии
Сырое молоко, электроэнергия	Приемка молока	Сырое молоко	Насос, счетчик	Смывные воды
Сырое молоко	Механическая очистка молока	Очищенное молоко	Фильтр	Осадок механических примесей, загрязненные фильтры, смывные воды
Очищенное молоко, водопотребление	Охлаждение молока	Охлажденное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню
Охлажденное молоко	Резервирование молока	Охлажденное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденное молоко, водопотребление, потребление пара	Подогрев молока	Подогретое молоко	Подогреватель пластинчатый	Смывные воды
Подогретое молоко	Очистка и сепарирование молока	Сливки и обезжиренное молоко	Сепаратор-сливкоотделитель	Осадок(шлам) смывные воды
Сливки, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение сливок	Охлажденные сливки	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденные сливки, водопотребление, электроэнергия	Резервирование сливок	Охлажденные сливки	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды

Охлажденное обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Резервирование обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденное сырое молоко, обезжиренное молоко и сливки, водопотребление, электроэнергия	Нормализация	Нормализованная смесь (нормализованное молоко)	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Нормализованная смесь (нормализованное молоко) водопотребление, электроэнергия, потребление пара	Подогрев		Пастеризационно-охладительная установка	Смывные воды
Нормализованная смесь (нормализованное молоко) водопотребление, электроэнергия, потребление пара	Пастеризация, охлаждение до температуры заквашивания	Охлажденная пастеризованная нормализованная смесь (молоко)	Пастеризационно-охладительная установка	Смывные воды
Охлажденная пастеризованная нормализованная смесь (охлажденное пастеризованное нормализованное молоко), Закваска (DVS-культуры, БК, производственная закваска), CaCl <sub>2</sub> , молоко-свертывающий ферментный препарат (при кислотном способе), водопотребление, электроэнергия, потребление пара	Заквашивание (при кислотном способе – внесение CaCl <sub>2</sub> , молоко-свертывающего ферментного препарата), сквашивание, обработка сгустка (разрезка, подогрев), отделение части сыворотки	Творог (творожное зерно), сыворотка	Творогоизготовитель, насос для откачки сыворотки	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Творожное зерно	Отделение сыворотки	Творог, сыворотка	Отделитель сыворотки	Смывные воды
Творог, сыворотка, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение творога, охлаждение сыворотки		Охладитель творога, Охладитель сыворотки	Смывные воды
Творог	Упаковывание	Творог в упаковке	Фасовочный автомат	Отходы упаковочных материалов

Творог в упаковке, хладагент	Доохлаждение, хранение творога		Холодильная камера (2-6 °С)	-
------------------------------	--------------------------------	--	-----------------------------	---

Таблица 28 – Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве творога на поточной механизированной линии с использованием творожного сепаратора

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное оборудование	Эмиссии
Сырое молоко, электроэнергия	Приемка молока	Сырое молоко	Насос, счетчик	Смывные воды
Сырое молоко	Механическая очистка молока	Очищенное молоко	Фильтр	Осадок механических примесей, загрязненные фильтры, смывные воды
Очищенное молоко, водопотребление	Охлаждение молока	Охлажденное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню
Охлажденное молоко	Резервирование молока	Охлажденное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденное молоко, водопотребление, потребление пара	Подогрев молока	Подогретое молоко	Подогреватель пластинчатый	Смывные воды
Подогретое молоко	Очистка и сепарирование молока	Сливки и обезжиренное молоко	Сепаратор-сливкоотделитель	Осадок (шлам), смывные воды
Сливки, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение сливок	Охлажденные сливки	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденные сливки, водопотребление, электроэнергия	Резервирование сливок	Охлажденные сливки	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденное обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Резервирование обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды

Охлажденное обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия, потребление пара	Пастеризация, охлаждение до температуры заквашивания	Охлажденная пастеризованное обезжиренное молоко	Пастеризационно-охладительная установка	Смывные воды
Охлажденное пастеризованное обезжиренное молоко), Закваска (DVS-культуры, БК, производственная закваска), CaCl <sub>2</sub> , молокосвертывающий ферментный препарат, водопотребление, электроэнергия, потребление пара	Заквашивание, внесение CaCl <sub>2</sub> , молокосвертывающего ферментного препарата, сквашивание	Сгусток	Ёмкость для сквашивания	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Сгусток	Подогрев, охлаждение сгустка		Установка для термообработки сгустка	
Сгусток	Сепарирование	Творог, сыворотка	Фильтр сетчатый, центробежный сепаратор для творожного сгустка	Смывные воды
Творог, сыворотка, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение творога, охлаждение сыворотки	Охлажденный творог	Охладитель творога, охладитель сыворотки	Смывные воды
Охлажденный творог, пастеризованные сливки	Смешивание творога с пастеризованными сливками		Смеситель-дозатор	Смывные воды
Творог	Упаковывание	Творог в упаковке	Фасовочный автомат, автомат групповой упаковки	Отходы упаковочных материалов
Творог в упаковке, хладагент	Доохлаждение, хранение творога		Холодильная камера (2-6 °С)	-

Таблица 29 – Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве творога на линии с использованием ультрафильтрации для отделения сыворотки

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное оборудование	Эмиссии
---------------	----------------------------	----------------	-----------------------	---------

Сырое молоко, электроэнергия	Приемка молока	Сырое молоко	Насос, счетчик	Смывные воды
Сырое молоко	Механическая очистка молока	Очищенное молоко	Фильтр	Осадок механических примесей, загрязненные филь-тры, смывные воды
Очищенное молоко, водопотребление	Охлаждение молока	Охлажденное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню
Охлажденное молоко	Резервирование молока	Охлажденное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденное молоко, водопотребление, потребление пара	Подогрев молока	Подогретое молоко	Подогреватель пластинчатый	Смывные воды
Подогретое молоко	Очистка и сепарирование молока	Сливки и обезжиренное молоко	Сепаратор-сливкоотделитель	Осадок (шлам), смывные воды
Сливки, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение сливок	Охлажденные сливки	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденные сливки, водопотребление, электроэнергия	Резервирование сливок	Охлажденные сливки	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденное обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Резервирование обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденные сырое молоко, обезжиренное молоко и сливки, водопотребление, электроэнергия	Нормализация	Нормализованная смесь (нормализованное молоко)	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Нормализованная смесь (нормализованное молоко)	Подогрев		Пастеризационно-охладительная установка	Смывные воды

водопотребление, электроэнергия, потребление пара				
Нормализованная смесь (нормализованное молоко) водопотребление, электроэнергия, потребление пара,	Пастеризация, охлаждение до температуры заквашивания	Охлажденная пастеризованная нормализованная смесь (охлажденное пастеризованное нормализованное молоко)	Пастеризационно-охладительная установка	Смывные воды
Охлажденная пастеризованная нормализованная смесь (охлажденное пастеризованное нормализованное молоко), закваска (DVS-культуры, БК, производственная закваска), водопотребление, электроэнергия, потребление пара	Заквашивание, сквашивание, подготовка сгустка к ультрафильтрации (подогрев)	Сгусток	Емкость для сквашивания, творогоизготовитель	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Сгусток	Ультрафильтрация (отделение сыворотки)	Творог, сыворотка	Ультрафильтрационная установка	Смывные воды
Творог, сыворотка, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение творога, охлаждение сыворотки		Охладитель творога, охладитель сыворотки	Смывные воды
Творог	Упаковывание	Творог в упаковке	Фасовочный автомат	Отходы упаковочных материалов
Творог в упаковке, хладагент	Доохлаждение, хранение творога		Холодильная камера (2-6 °С)	-

Таблица 30 – Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве творога на поточной механизированной линии для свежих сыров (творога) (подобное оборудование выпускается, например, фирмой «ALPMA»)

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное оборудование	Эмиссии
Сырое молоко, электроэнергия	Приемка молока	Сырое молоко	Насос, счетчик	Смывные воды

Сырое молоко	Механическая очистка молока	Очищенное молоко	Фильтр	Осадок механических примесей, загрязненные фильтры, смывные воды
Очищенное молоко, водопотребление	Охлаждение молока	Охлажденное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню
Охлажденное молоко	Резервирование молока	Охлажденное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденное молоко, водопотребление, потребление пара	Подогрев молока	Подогретое молоко	Подогреватель пластинчатый	Смывные воды
Подогретое молоко	Очистка и сепарирование молока	Сливки и обезжиренное молоко	Сепаратор-сливкоотделитель	Осадок (шлам), смывные воды
Сливки, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение сливок	Охлажденные сливки	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденные сливки, водопотребление, электроэнергия	Резервирование сливок	Охлажденные сливки	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденное обезжиренное молоко, водопотребление, электроэнергия	Резервирование обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденные сырое молоко, обезжиренное молоко и сливки, водопотребление, электроэнергия	Нормализация	Нормализованная смесь (нормализованное молоко)	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Нормализованная смесь (нормализованное молоко) водопотребление, электроэнергия, потребление пара	Подогрев		Пастеризационно-охладительная установка	Смывные воды

Нормализованная смесь (нормализованное молоко) водопотребление, электроэнергия, потребление пара	Пастеризация, охлаждение до температуры заквашивания	Охлажденная пастеризованная нормализованная смесь (молоко)	Пастеризационно-охладительная установка	Смывные воды
Охлажденная пастеризованная нормализованная смесь (молоко), закваска (DVS-культуры, БК, производственная закваска), CaCl <sub>2</sub> , молокосвертывающий ферментный препарат (при кислотном способе), водопотребление, электроэнергия, потребление пара	Заквашивание, сквашивание, обработка сгустка (подогрев), отделение части сыворотки	Творог (творожное зерно), сыворотка	Творогоизготовитель, насос для откачки сыворотки	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Творожное зерно	Отделение сыворотки	Творог, сыворотка	Отделитель сыворотки	Смывные воды
Творог, сыворотка, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение творога, охлаждение сыворотки		Охладитель творога, охладитель сыворотки	Смывные воды
Творог	Упаковывание	Творог в упаковке	Фасовочный автомат	Отходы упаковочных материалов
Творог в упаковке, хладагент	Доохлаждение, хранение творога		Холодильная камера (2-6 °С)	-

*Подробное описание технологического процесса производства творога и особенности его выработки с учетом различного аппаратного оформления приведены в Приложении 1.*

## **2.2 Производство сливочного масла и спредов**

### **2.2.1 Производство сливочного масла**

Сливочное масло — пищевой продукт, изготавливаемый сепарированием или сбиванием сливок, полученных из коровьего молока (реже из молока другого крупного и мелкого рогатого скота). Имеет высокое

содержание молочного жира — 50–82,5 % (чаще — 72–82,5 %; в топлёном масле — около 99 %).

Особенностью отечественного маслоделия является использование двух принципиально различных методов производства сливочного масла:

- метода сбивания сливок в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия (ПД и НД);
- метода преобразования высокожирных сливок (ПВЖС).

Каждый из этих методов имеет преимущества и недостатки (таблица 35).

Таблица 35 – Преимущества и недостатки методов производства сливочного масла

Сбиванием сливок в маслоизготовителях		Преобразованием высокожирных сливок
ПД	НД	
<b>ПРЕИМУЩЕСТВА</b>		
Хорошая пластичность масла		Отличное диспергирование плазмы (1-3 мкм)
Хорошая термоустойчивость		Низкая бактериальная обсемененность (весь процесс идет при высокой температуре, при втором сепарировании дополнительно извлекаются загрязнения, в т.ч. соматические клетки, микроорганизмы)
Легко регулировать однородность состава	Высокая механизация и автоматизация производственных операций	Пониженное содержание воздуха $(0,3-0,8) \times 10^{-5}$ объемных процента)
Возможность организации производства различной мощности	Возможность фасования брикетами в процессе выработки масла	Экономное использование производственных площадей
		Кратковременность производственного цикла (1-1,5 часа). Сравнительно меньший расход воды и холода. Возможность выработки практически всего существующего ассортимента масла (наличие промежуточного продукта – ВЖС дает возможность составлять различные смеси, применять различные наполнители, стабилизаторы)
<b>НЕДОСТАТКИ</b>		

Длительность производственного цикла (сутки)		Сравнительно частые пороки – нетермоустойчивость масла и повышенное вытекание жидкого жира (6-12 %)
Трудность выработки масла с повышенным содержанием плазмы и невозможность выработки масла с вкусовыми наполнителями		Недостаточная механизация производства (ручная мойка сепараторов для ВЖС)
Недостаточно хорошая дисперсность плазмы в монолите масла		Отсутствие возможности фасовать масло брикетами сразу после выработки (при использовании цилиндрических и пластинчатого маслообразователей). В ряде новых моделей маслообразователей масло можно сразу фасовать в потребительскую тару.
Недостаточная механизация производства (много ручного труда)	Сравнительно частый порок консистенции «рыхлость»	Отсутствие автоматизации в определении и регулировании содержания влаги в масле
Повышенная обсемененность масла микрофлорой	Высокое содержание воздуха $(8-10) \times 10^{-5}$ объемных процента	
	Сравнительно повышенный отход жира в пахту	
	Неравномерность состава и качества масла одной партии	
	Повышенная энергоемкость технологии	

Метод сбивания в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия рекомендуется для выработки масла:

- «классической» жирности – сладко-сливочного и кисло-сливочного;
- подсырного.

Метод ПВЖС рекомендуется для выработки масла: вологодского; с наполнителями; масла пониженной жирности; масляных паст.

В настоящее время методом ПВЖС в Российской Федерации вырабатывают более 50 % сливочного масла, включая весь существующий ассортимент. В перспективе в связи с тенденцией расширения производства сливочного масла пониженной жирности и его аналогов, включая спреды, востребованность указанного метода изготовления значительно возрастет

[35].

### 2.2.1.1 Производство сливочного масла методом ПВЖС

Общая схема процесса производства сливочного масла методом ПВЖС приведена на рисунке 24.

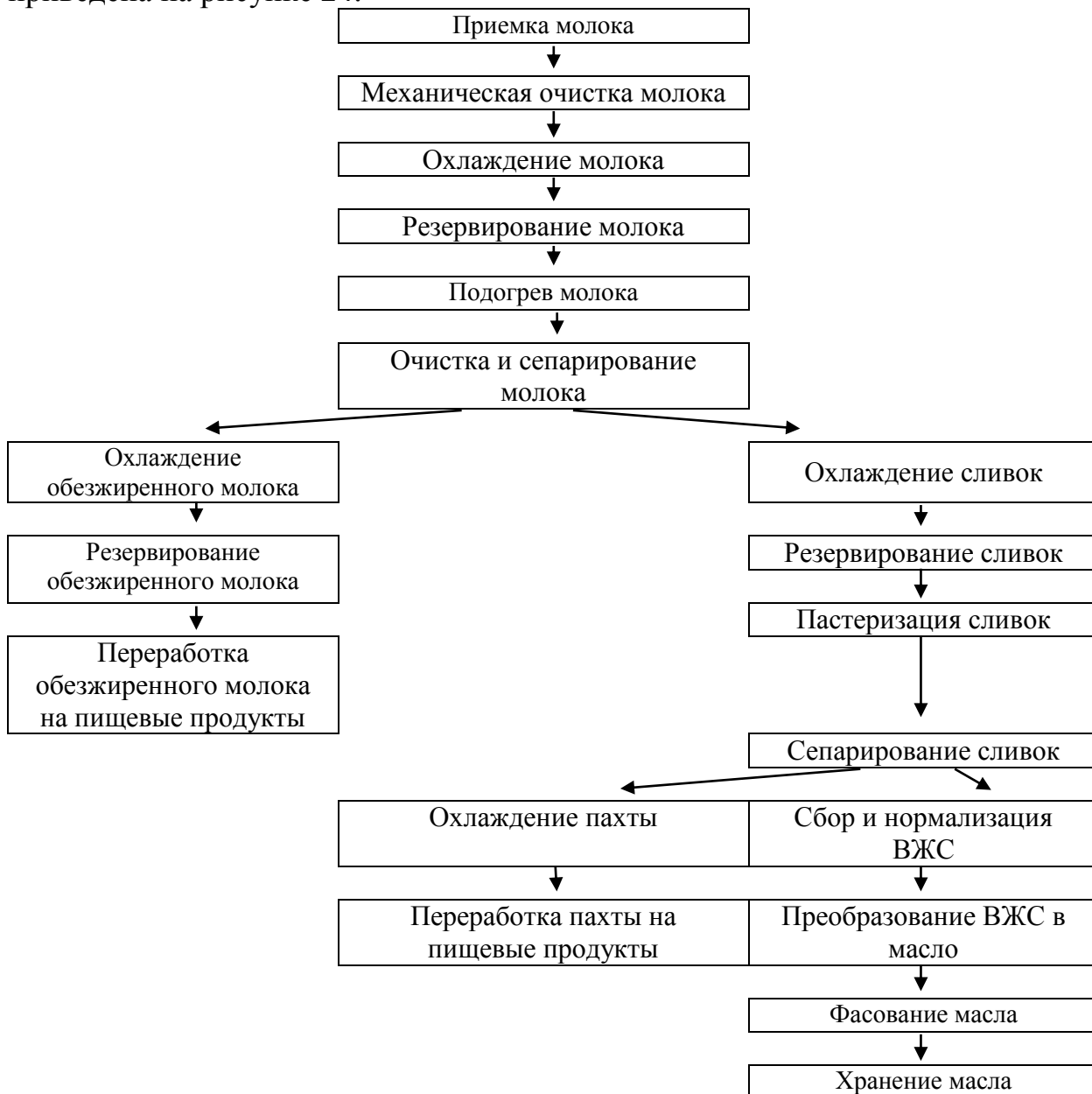


Рисунок 24. Общая схема процесса производства сливочного масла методом ПВЖС

Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве масла методом ПВЖС представлено в таблице 38.

Таблица 38 – Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве масла методом ПВЖС

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное оборудование	Эмиссии
Сырое молоко, электроэнергия	Приемка молока	Сырое молоко	Насос, счетчик	Смывные воды
Сырое молоко	Механическая очистка молока	Очищенное молоко	Фильтр	Осадок механических примесей, загрязненные фильтры, смывные воды
Очищенное молоко, вода	Охлаждение молока	Охлажденное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню
Охлажденное молоко	Резервирование молока	Охлажденное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденное молоко, вода, пар	Подогрев молока	Подогретое молоко	Подогреватель пластинчатый	Смывные воды
Подогретое молоко	Очистка и сепарирование молока	Сливки и обезжиренное молоко	Сепаратор-сливкоотделитель	Шлам, смывные воды
Сливки, вода, электроэнергия	Охлаждение сливок	Охлажденные сливки	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденные сливки, вода, электроэнергия	Резервирование сливок	Охлажденные сливки	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Обезжиренное молоко, вода, электроэнергия	Охлаждение обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню, смывные воды
Охлажденное обезжиренное молоко, вода, электроэнергия	Резервирование обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденные сливки, вода, электроэнергия, пар	Пастеризация сливок	Пастеризованные сливки	Пастеризатор	Смывные воды
Пастеризованные сливки, вода, электроэнергия	Сепарирование сливок	Высокожирные сливки и пахта	Сепаратор для ВЖС	Шлам, смывные воды
Высокожирные сливки, вода, электроэнергия	Нормализация высокожирных сливок	Нормализованные высокожирные сливки	Ванна для нормализации	Смывные воды

Нормализованные высокожирные сливки, вода, электроэнергия	Преобразование ВЖС в масло	Масло сливочное	Маслообразователь	Отепленная ледяная вода в компрессорную Смывные воды
Пахта, водопотребление, электроэнергия	Охлаждение пахты	Охлажденная пахта	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню
Масло, вода, электроэнергия	Фасование и упаковка масла	Масло в упаковке	Фасовочный автомат	Отходы упаковочных материалов (кашированная фольга, пергамент, картон)
Масло в упаковке	Хранение масла	Масло на реализацию	Холодильная камера (минус 3-минус 6 °С)	-

*Подробное описание технологического процесса и основного оборудования при производстве масла методом ПВЖС и методом сбивания приведено в Приложении 1.*

### 2.2.1.2 Производство сливочного масла методом сбивания

Общая схема процесса производства сливочного масла методом сбивания показана на рисунке 27.



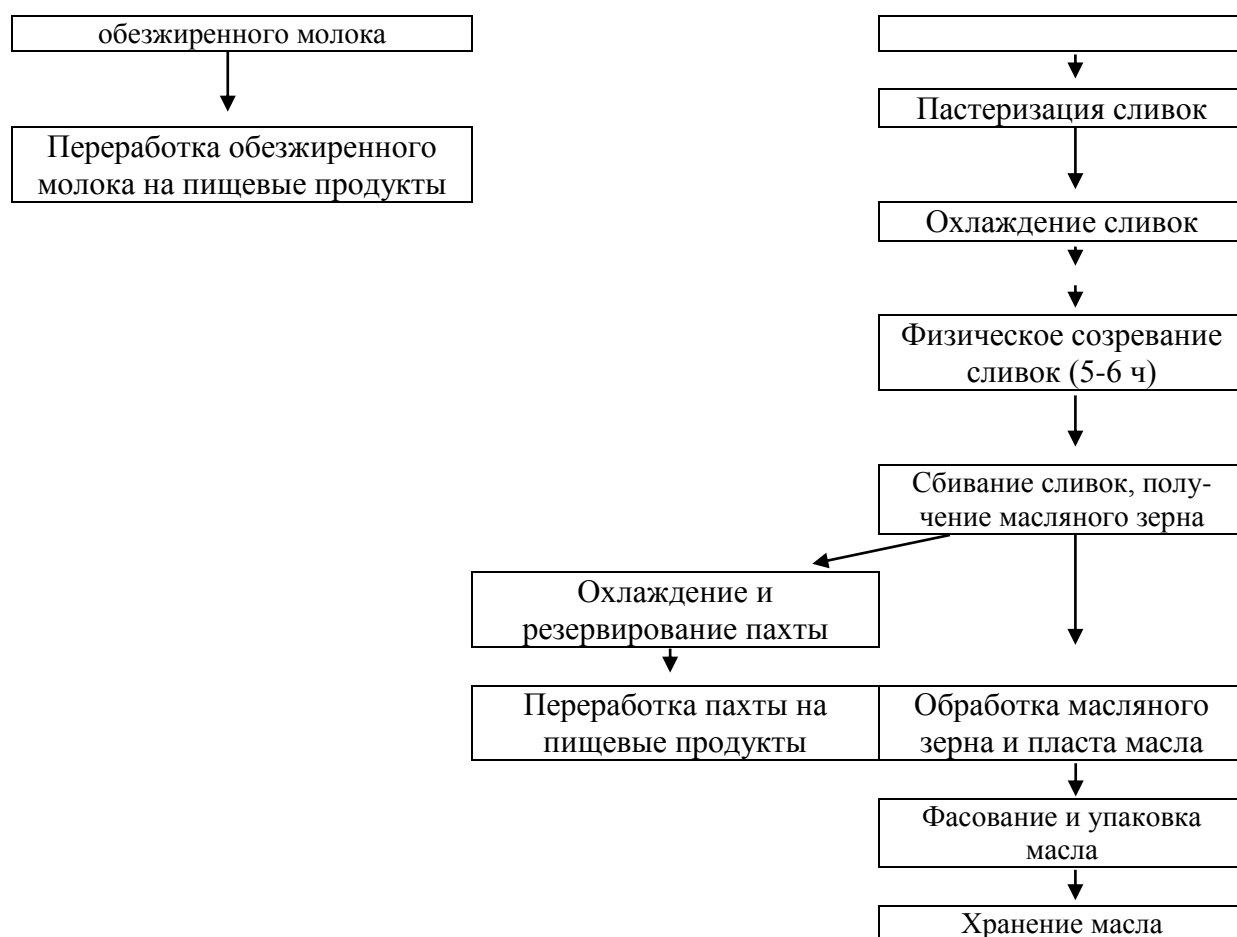


Рисунок 27. Общая схема процесса производства сливочного масла методом сбивания

Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве масла методом сбивания приведено в таблице 45.

Таблица 45 – Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве масла методом сбивания

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное оборудование	Эмиссии
Сырое молоко, вода, электроэнергия	Приемка молока	Сырое молоко	Насос, счетчик	Смывные воды
Сырое молоко, вода, электроэнергия	Механическая очистка молока	Очищенное молоко	Фильтр	Осадок механических примесей, смывные воды
Очищенное молоко, вода, электроэнергия	Охлаждение молока	Охлажденное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню Смывные воды

Охлажденное молоко, вода, электроэнергия	Резервирование молока	Охлажденное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденное молоко, вода, электроэнергия, пар	Подогрев молока	Подогретое молоко	Подогреватель пластинчатый	Смывные воды
Подогретое молоко, вода, электроэнергия	Очистка и сепарирование молока	Сливки и обезжиренное молоко	Сепаратор-сливоотделитель	Шлам Смывные воды
Сливки, вода, электроэнергия	Охлаждение сливок	Охлажденные сливки	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню Смывные воды
Охлажденные сливки, вода, электроэнергия	Резервирование сливок	Охлажденные сливки	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Обезжиренное молоко, вода, электроэнергия	Охлаждение обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню Смывные воды
Охлажденное обезжиренное молоко, вода, электроэнергия	Резервирование обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденные сливки, вода, электроэнергия, пар	Пастеризация сливок	Пастеризованные сливки	Пастеризатор	Смывные воды
Пастеризованные сливки, вода, электроэнергия	Охлаждение сливок	Охлажденные сливки	Охладитель	Отепленная вода на градирню Смывные воды
Охлажденные сливки, вода, электроэнергия	Физическое созревание сливок (5-6 ч)	Созревшие сливки	Емкость с охлаждающей рубашкой	Отепленная вода на градирню Смывные воды
Созревшие сливки, вода, электроэнергия	Сбивание сливок, обработка масляного зерна и пласта масла	Масляное зерно и пахта	Маслоизготовитель	Отепленная вода на градирню Смывные воды
Пахта, вода, электроэнергия	Охлаждение пахты	Охлажденная пахта	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню Смывные воды
Масло, вода,	Фасование масла и	Масло в упаковке	Фасовочный автомат	Отходы упа-

электроэнергия	упаковка масла			ковочных материалов (каширован -ная фольга, пергамент, картон), смывные воды
Фасованное масло	Хранение масла	Масло для реализации	Холодильная камера (минус 3- минус 6 °С)	-

## 2.2.2 Производство спредов

Спреды - род пищевых изделий на основе смеси растительных и молочных жиров с массовой долей общего жира от 39 до 95 %. Обычно подбирается состав, который в охлаждённом виде размазывается легче, чем натуральное сливочное масло.

Помимо жиров, в спреды также могут добавляться различные вкусовые добавки, ароматизаторы и витамины.

Согласно ГОСТ Р 52100-2003 «Спреды и смеси топленые. Общие технические условия.» спреды делятся на три подвида:

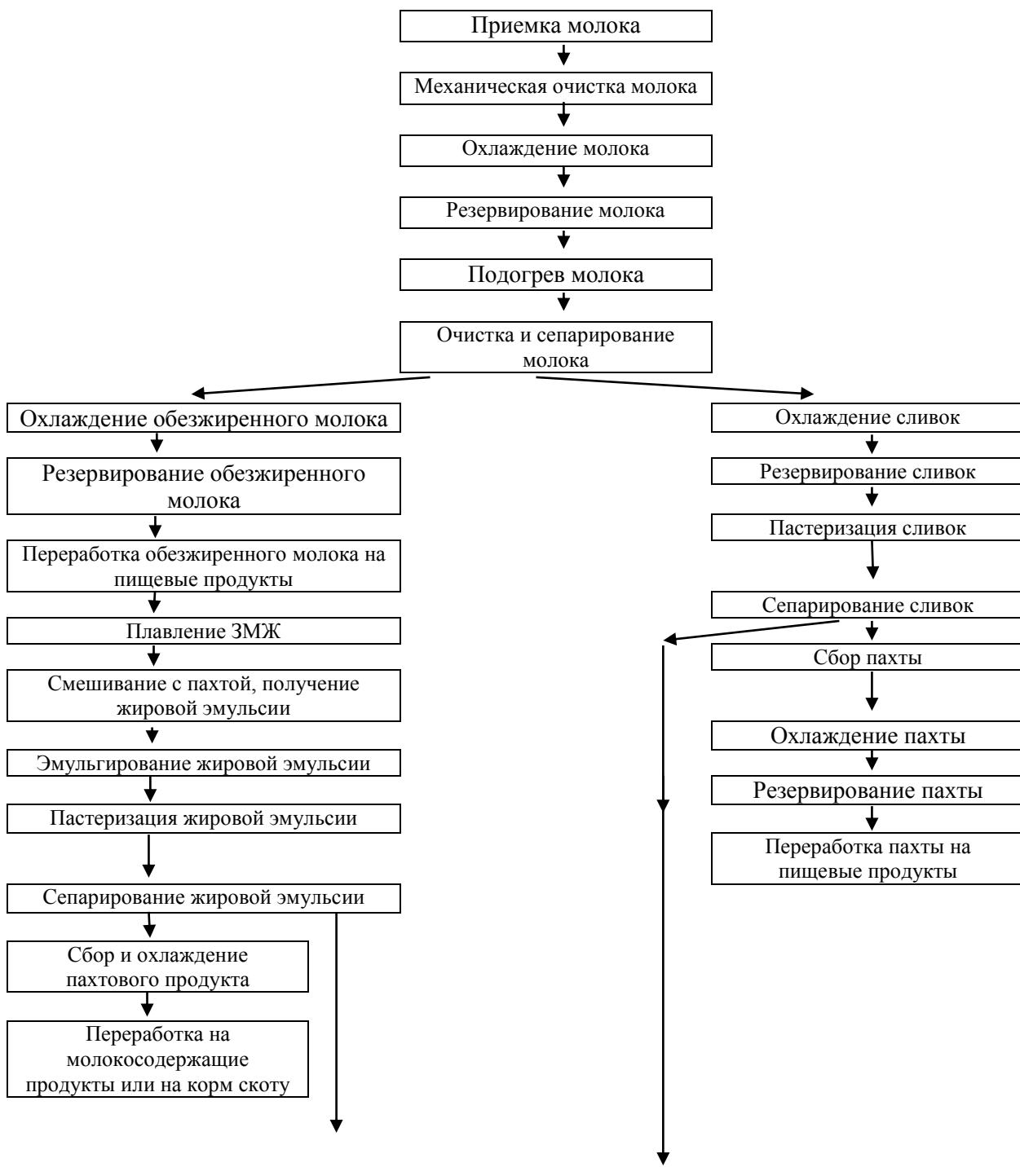
- *сливочно-растительные* содержат более 50 % молочного жира (наиболее близок к натуральному сливочному маслу)
- *растительно-сливочные* содержат от 15 до 49 % молочного жира
- *растительно-жировые* содержат не более 15 % молочного жира.

Для производства спредов рекомендуется использовать метод преобразования высокожирной эмульсии с комплектацией линии специально разработанными маслообразователями – вотаторами. Спреды можно вырабатывать и методом сбивания сливок в маслоизготовителях непрерывного действия, при этом на практике установлено, что целесообразно вырабатывать этим методом только высокожирные спреды (с общей массовой долей жира более 70 %).

В состав жировой части спредов могут быть включены

немодифицированные и (или) модифицированные растительные масла. Особенностью технологии сливочно-растительных спредов является возможность замещения молочного жира в количестве не более 50 % от жировой фазы исключительно заменителем молочного жира (ЗМЖ) [43].

Общая схема процесса производства спредов по «маслодельной» схеме (1 вариант) представлена на рисунке 29.



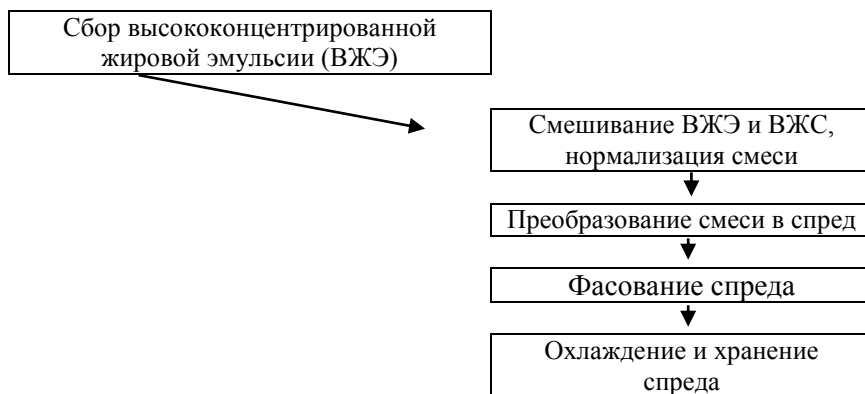
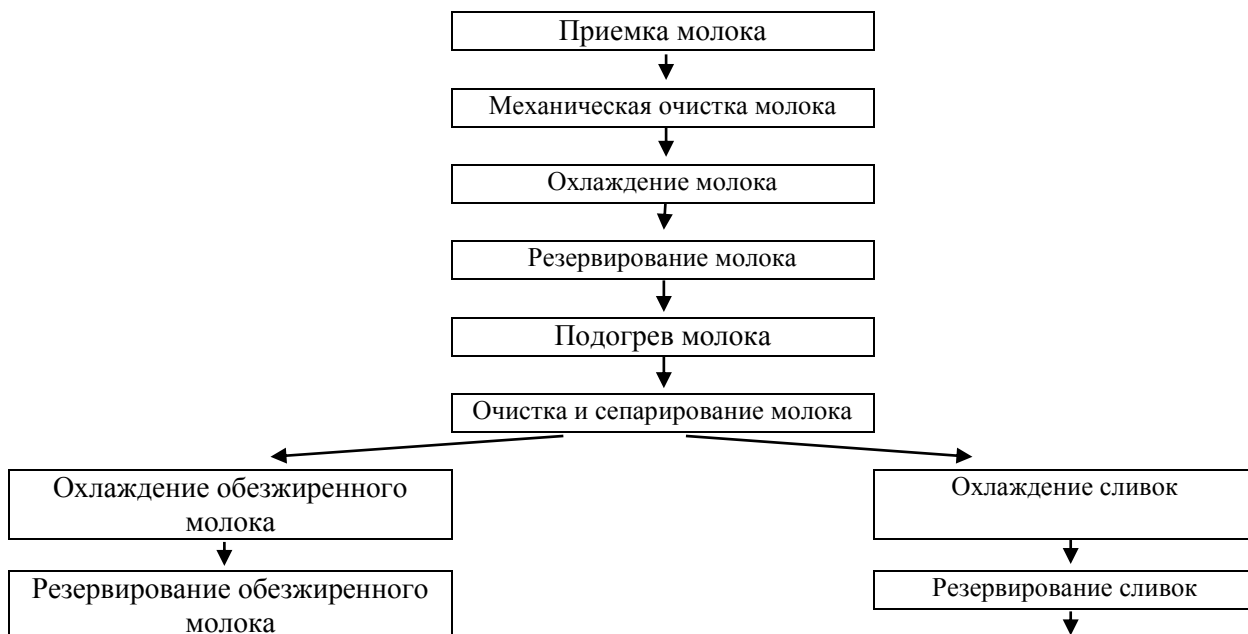


Рисунок 29. Общая схема процесса производства спредов по «маслодельной» схеме (1 вариант)

Перечень эмиссий в окружающую среду при выработке спредов такой же, как и при производстве масла методом ПВЖС (таблица 28). Кроме того, нужно учитывать, при сбросе первых смывных вод при ополаскивании оборудования в сточные воды попадают остатки растительных жиров, эмульгаторов, пищевых стабилизаторов, что значительно затрудняет их очистку.

*Подробное описание технологического процесса при производстве спредов по «маслодельной» схеме (варианты 1 и 2) [43] приведены в приложении 1.*

Общая схема процесса производства спредов по «маслодельной» схеме (2 вариант) представлена на рисунке 30 [43].



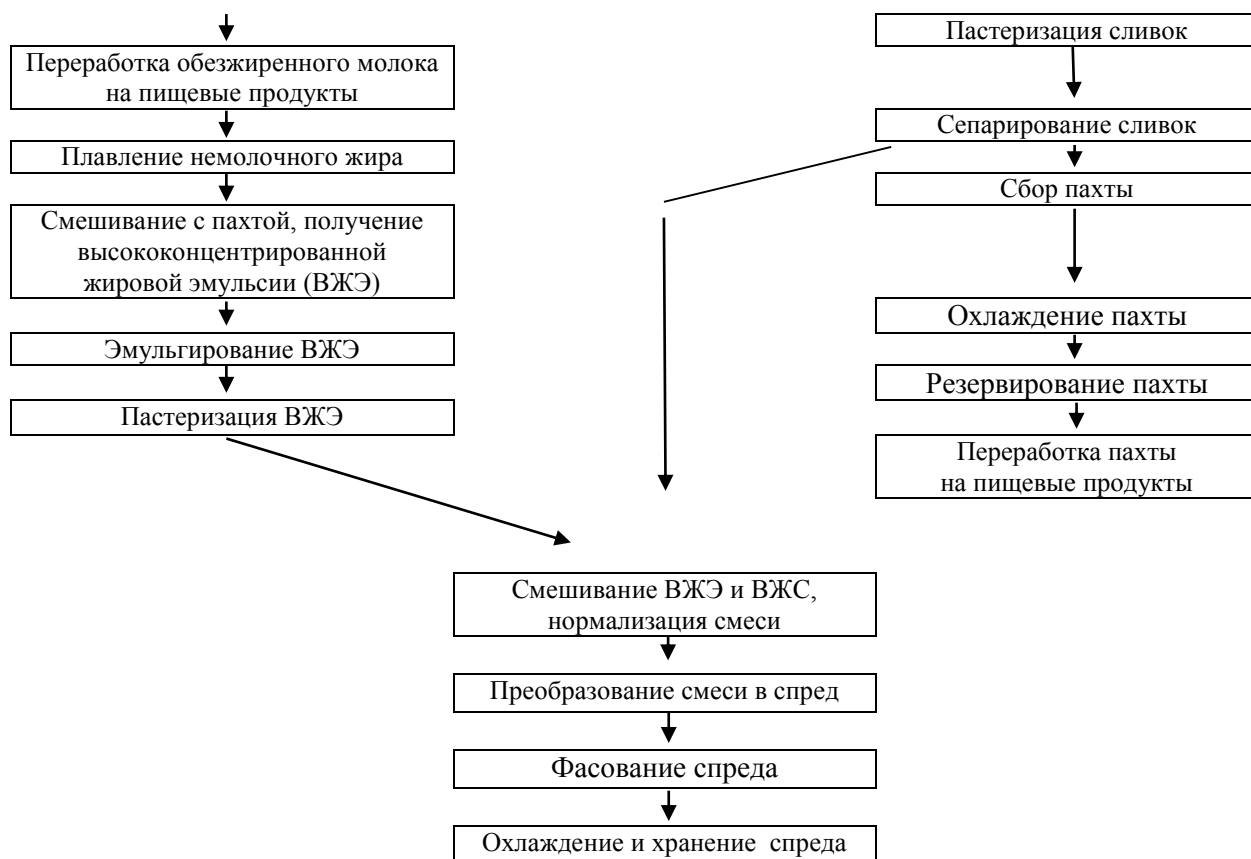


Рисунок 30. Общая схема процесса производства спредов по «маслодельной» схеме (2 вариант)

Технологические операции получения ВЖС аналогичны операциям по варианту 1.

### 2.3 Производство сыров

Среди большого разнообразия продуктов питания одно из ведущих мест занимают сыры. Сыр — пищевой продукт, получаемый из молока с использованием свёртывающих молоко ферментов и молочнокислых бактерий или путём плавления различных молочных продуктов и сырья немолочного происхождения с применением солей-плавителей.

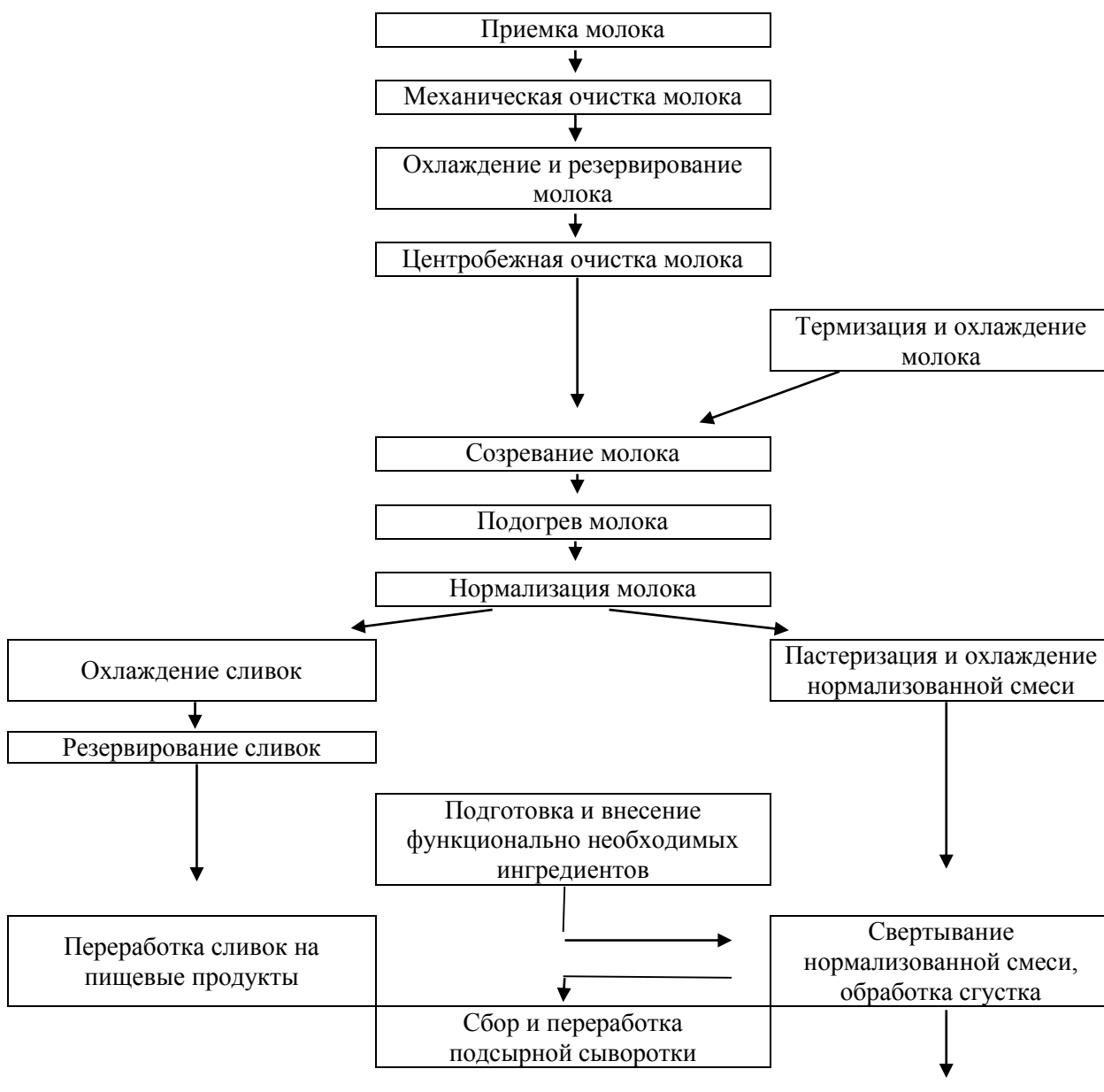
По технологии производства сыры подразделяются на твёрдые (полутвёрдые), мягкие, рассольные и плавленые(переработанные).

#### 2.3.1 Производство твердых (полутвердых) сычужных сыров

По размеру и массе твердые сыры делят на крупные и мелкие, по технологии и органолептическим показателям — на сыры: группы Швейцарского (с высокой с средней температурой второго нагревания), группы Голландского (с низкой температурой второго нагревания, в том числе подгруппа сыра Российского с повышенным уровнем молочнокислого брожения), группы Чеддера и терочные сыры.

Общая схема процесса производства твердых сыров представлена на рисунке 31.

Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве твердых сыров приведено в таблице 48.



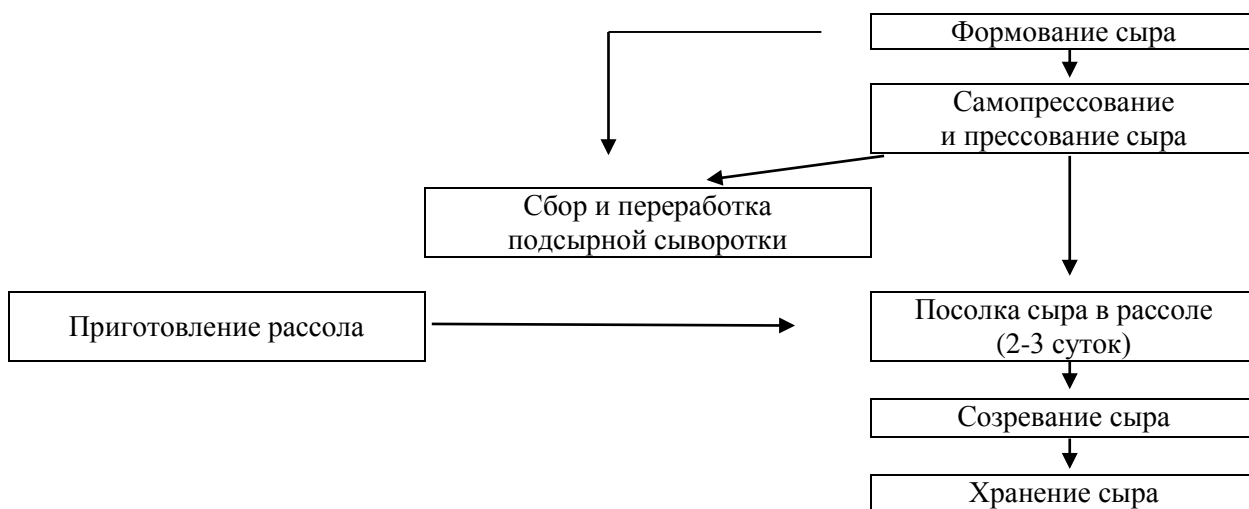


Рисунок 31. Общая схема процесса производства твердых сыров

Таблица 48 – Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве полутвердых сыров

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное оборудование	Эмиссии
Сырое молоко Вода Электроэнергия	Приемка молока	Сырое молоко	Насос, счетчик	Смывные воды
Сырое молоко Вода Электроэнергия	Механическая очистка молока	Очищенное молоко	Фильтр	Осадок механических примесей Смывные воды
Очищенное молоко Вода Электроэнергия	Охлаждение молока	Охлажденное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню Смывные воды
Охлажденное молоко Вода Электроэнергия	Резервирование молока	Охлажденное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденное молоко	Созревание молока	Созревшее молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Созревшее молоко, вода, Электроэнергия Пар	Подогрев молока	Подогретое молоко	Подогреватель пластинчатый	Смывные воды
Подогретое молоко Вода Электроэнергия	Очистка и нормализация молока	Нормализованная смесь, сливки	Сепаратор-нормализатор	Шлам Смывные воды
Сливки Вода Электроэнергия	Охлаждение сливок	Охлажденные сливки	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню

				Смывные воды
Охлажденные сливки Вода Электроэнергия	Резервирование сливок	Охлажденные сливки	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденные сливки Вода Электроэнергия Пар	Пастеризация и охлаждение нормализованной смеси	Пастеризованная и охлажденная нормализованная смесь	Пастеризационно-охладительная установка	Отепленная вода на градирню Смывные воды
Пастеризованная и охлажденная нормализованная смесь Вода Электроэнергия	Выработка сыра	Сырное зерно, сыворотка подсырная	Сыроизготовитель	Сыворотка (сбор и переработка) Смывные воды
Сырное зерно Вода Электроэнергия	Формование сыра	Головки сыра	Формовочный аппарат	Сыворотка (сбор и переработка) Смывные воды
Сырное зерно Вода Электроэнергия	Прессование	Отпрессованные головки сыра	Пресс	Сыворотка (сбор и переработка) Смывные воды
Отпрессованные головки сыра Рассол	Посолка сыра в рассоле (2-3 суток)	Сыр	Солильный бассейн	-
Соль Вода Электроэнергия Пар	Приготовление рассола для посолки сыра	Рассол с концентрацией соли 18-20%	Емкость, пастеризатор, охладитель	Отепленная вода на градирню Смывные воды
Сыр после посолки Вода Электроэнергия	Упаковка в пленку	Сыр, упакованный в пленку	Упаковочная машина	Отходы упаковочных материалов (пленки) Смывные воды
Сыр, упакованный в пленку Холод	Созревание сыра	Созревший сыр	Камера созревания	-
Созревший сыр Холод	Хранение сыра	Сыр для реализации	Холодильная камера (3-5 °С)	Сыр, не соответствующий требованиям, на утилизацию

### 2.3.2 Производство мягких сыров

Мягкие сыры в отличие от других сычужных сыров имеют повышенное содержание влаги (50-65%), содержат большое количество растворимого белка (до 85%) и витаминов, что придает им еще более высокую пищевую ценность. Технологический процесс производства мягких сыров направлен таким образом, чтобы получить сыры нежной, мягкой консистенции и специфического вкуса — от приятного молочнокислого до выраженного сырного со слегка аммиачным или грибным привкусом.

Особенностями технологии мягких сыров (по сравнению с твердыми сырами) являются: более продолжительное свертывание молока, постановка крупного сырного зерна, отсутствие второго нагревания и принудительного прессования.

В зависимости от особенностей производства и технологических параметров мягкие сыры можно разделить на несколько самостоятельных групп, различающихся типом свертывания молока (сычужное, сычужно-кислотное и кислотное), применяемыми бактериальными препаратами, условиями созревания, температурно-временными режимами выработки и некоторыми другими факторами.

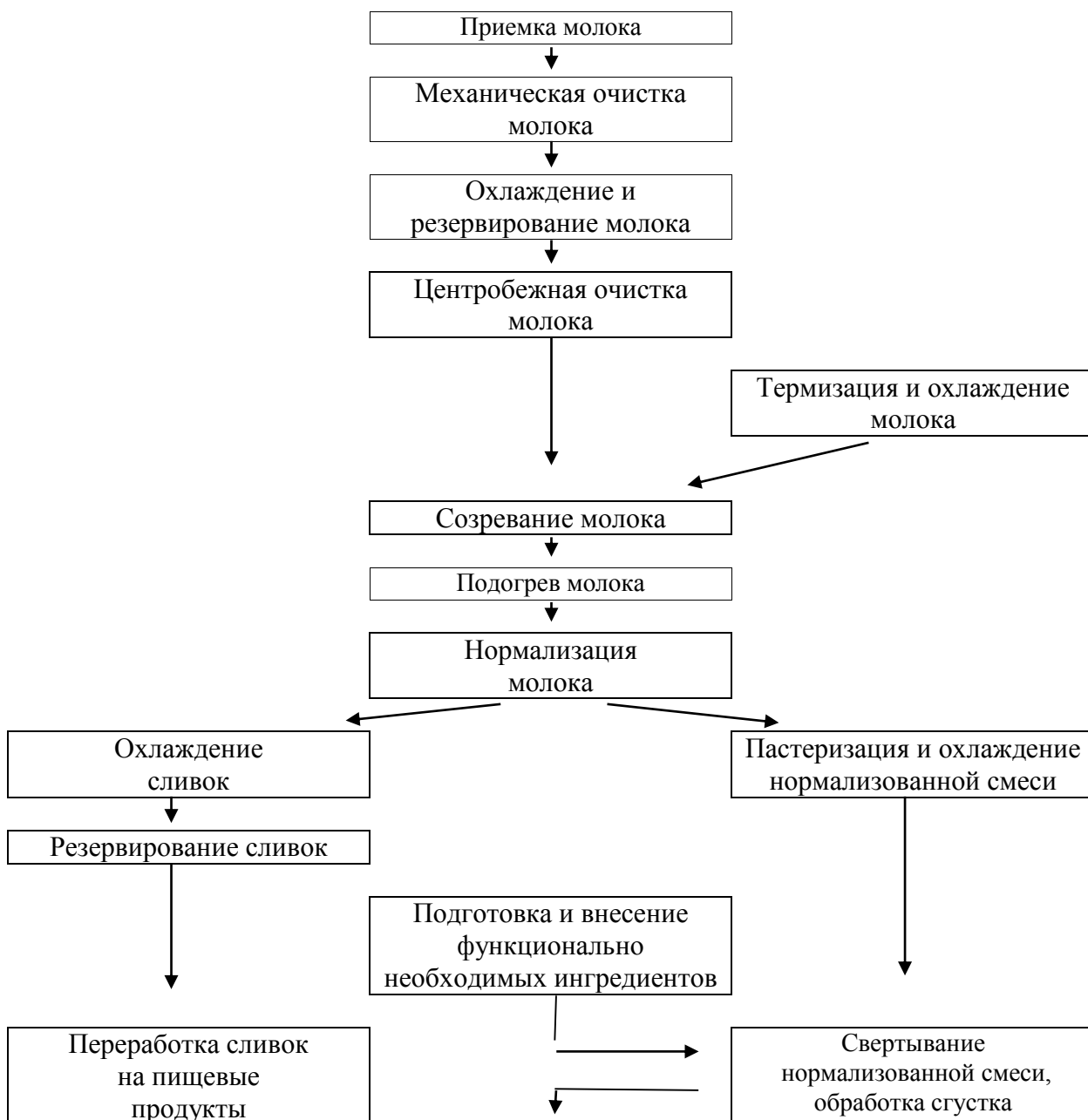
В частности, по применяемым бактериальным препаратам мягкие сыры подразделяют на пять видовых подгрупп:

- Сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и микрофлоры сырной слизи (Дорогобужский и др.)
- Сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий, микрофлоры сырной слизи и белой плесени, развивающихся на поверхности сыра (Смоленский и др.).
- Сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и белой плесени, развивающейся на поверхности сыра (Русский камамбер др.).

- Сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и зеленовато-голубой плесени, развивающейся в тесте сыра (Рокфор и др.).
- Сыры свежие, вырабатываемые при участии молочнокислых бактерий без созревания (Адыгейский и др).

Эмиссии в окружающую среду при производстве мягких сыров аналогичны, как при производстве полутвердых сыров (см. таблицу 48).

Общая схема процесса производства мягких сыров приведена на рисунке 35.



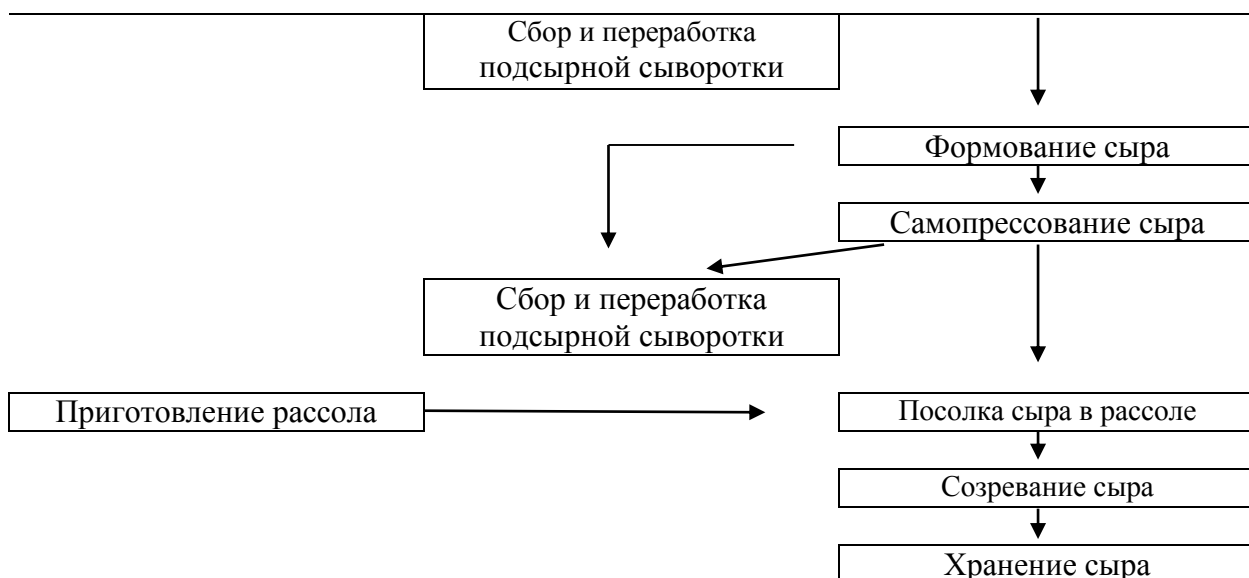


Рисунок 35. Общая схема процесса производства мягких сыров

*Подробное описание процесса производства и характеристика основного оборудования при выработке полутвердых, мягких и плавленых сыров [44] представлены в Приложении 1.*

### 2.3.3 Производство плавленых сыров [48]

Общая схема производства плавленых сыров приведена на рисунке 39.



Рисунок 39. Общая схема производства плавленых сыров

Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве плавленых сыров представлено в таблице 53.

Таблица 53 – Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве плавленых сыров

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное оборудование	Эмиссии
Сырье по рецептуре: сыры, творог, масло, пищевые продукты и добавки, вода, электроэнергия	Предварительная обработка сырья	Обработанное сырье для составления смеси	Моечная машина для сыров, волчок для измельчения сыра и масла, просеиватель для сухих компонентов	Зачистки сыра, масла и др. твердые отходы, смывные воды
Обработанное сырье для составления смеси	Составление смеси	Смесь по рецептуре	Котел для плавления или аппарат для измельчения и плавления сырной массы	Смывные воды
Смесь по рецептуре, пар, вода, электроэнергия	Плавление, гомогенизация смеси	Расплавленная сырная масса	Аппарат для измельчения и плавления сырной массы	Конденсат, смывные воды
Расплавленная сырная масса, вода, электроэнергия	Фасование сыра	Сыр в потребительской упаковке	Автомат фасовочно-упаковочный	Отходы упаковочных материалов, смывные воды
Сыр в упаковке, холод	Хранение сыра	Сыр для реализации	Холодильная камера $4 \pm 2$ °С	Сыр, не соответствующий требованиям, на утилизацию

## 2.4 Производство консервов и сухих молочных продуктов

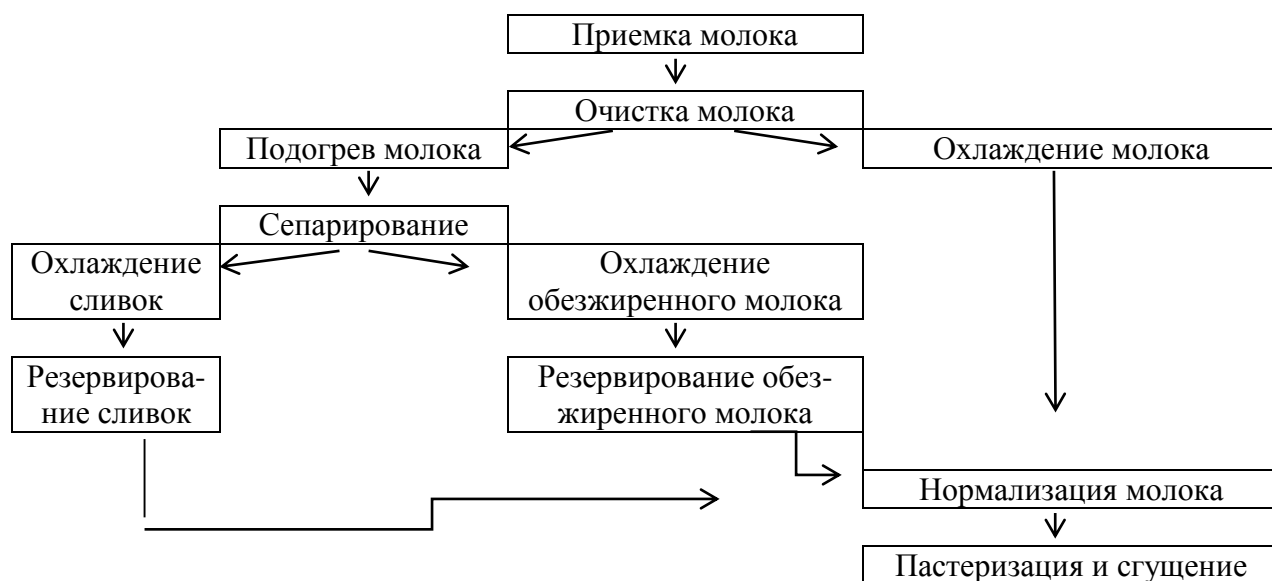
Ассортимент молочных консервов насчитывает десятки видов сгущенных и сухих продуктов: сгущенные молочные консервы с сахаром, сгущенные молочные консервы с сахаром и вкусовыми компонентами – кофе, какао, цикорием, молоко сгущенное стерилизованное цельное и обезжиренное, сухое цельное молоко, сухое обезжиренное молоко, сухие сливки. В последние годы ассортимент традиционных молочных консервов пополнился молокосодержащими, восстановленными и рекомбинированными продуктами.

В производстве молочных консервов используются различные методы, различные технологические процессы и разнообразное оборудование. В настоящем разделе описаны основные методы, которые применяются при выработке сухих молочных продуктов, сгущенных молочных консервов с сахаром и сгущенного стерилизованного молока.

Метод производства консервов определяется видом используемого основного оборудования для концентрирования сухих веществ молока – вакуум-выпарных и сушильных установок. Для повышения качества и хранимоспособности молочных консервов в последние годы наметилась тенденция на внедрение непрерывно поточных методов производства с использованием пленочных вакуум-выпарных аппаратов и переходом на многостадийную сушку с установкой нового сушильного оборудования или модернизацией уже имеющихся на предприятиях сушилок. Известен также опыт применения мембранных методов – микрофльтрации и обратного осмоса, чаще в продуктах из обезжиренного молока, чем из цельного.

#### 2.4.2 Производство сухих молочных продуктов

На рисунке 44 показана общая схема производственного процесса с использованием пленочного вакуум-выпарного аппарата и многостадийной сушки (наиболее распространенная технология). [55].



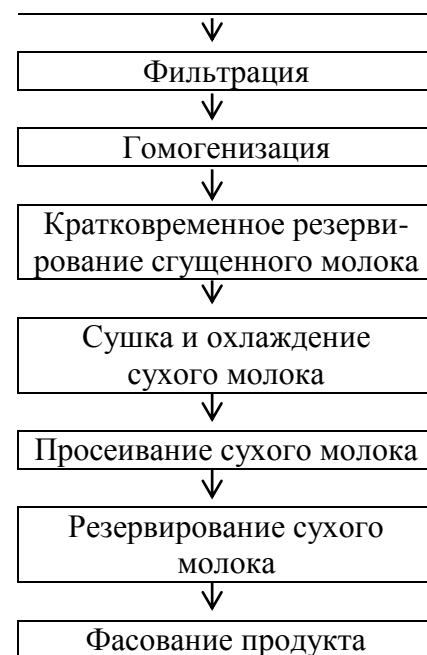


Рисунок 44. Общая схема описания процесса производства сухих молочных продуктов

Информация об отдельных подпроцессах и оборудовании приведена в таблицах 55, 56.

Таблица 55 – Описание технологического процесса производства сухих молочных продуктов с указанием эмиссий в окружающую среду

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Технологическое оборудование	Эмиссии
Сырое молоко	Приемка молока, оценка качества	Молоко, соответствующее нормативам	Насос, счетчик, оборудование приемной лаборатории	Некондиционное молоко (повышенной кислотности, с антибиотиками и т.д.)
Принятое молоко. Электроэнергия	Очистка	Очищенное молоко	Сепаратор-молокоочиститель	Осадок в барабане сепаратора
Принятое молоко Вода Теплоноситель	Подогрев перед сепарированием	Подогретое молоко	Подогреватель	Конденсат пара
Подогретое молоко Электроэнергия	Сепарирование	Сливки и обезжиренное молоко	Сепаратор-сливкоотделитель	Шлам
Сливки Хладагент (вода, ледяная вода)	Охлаждение сливок	Охлажденные сливки	Пластинчатый охладитель	Хладагент – ледяная вода, рассол

Обезжиренное молоко Хладагент (вода, ледяная вода)	Охлаждение обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Пластинчатый охладитель	Хладагент – ледяная вода, рассол
Сливки Вода для мойки емкости	Резервирование	Охлажденные сливки	Емкость для резервирования	Смывные воды
Обезжиренное молоко Вода для мойки емкости	Резервирование	Охлажденное обезжиренное молоко	Емкость для резервирования	Смывные воды
Очищенное молоко. Хладагент (вода, ледяная вода)	Охлаждение	Охлажденное молоко	Охладитель	Хладагент – ледяная вода, рассол
Охлажденное молоко Вода для мойки емкости	Резервирование и нормализация	Нормализованная смесь	Емкость для резервирования молока	Смывные воды
Нормализованная смесь. Теплоноситель – пар, вторичный пар. Вода для подачи на конденсатор и на мойку Электроэнергия	Пастеризация и сгущение	Сгущенная смесь	Вакуум-выпарной аппарат (ВВА)с подогревателями	Конденсат вторичного пара. Смывные воды. Тепловое воздействие на рабочих, шум
Сгущенная смесь. Вода для мойки фильтра	Фильтрация сгущенной смеси	Сгущенная смесь, очищенная от вероятных примесей – частиц коагулировавшего белка	Фильтр	Смывные воды
Очищенная сгущенная смесь. Электроэнергия.	Гомогенизация	Гомогенизированная сгущенная смесь	Гомогенизатор	Шум, вибрация
Гомогенизированная сгущенная смесь. Вода для мойки	Кратковременное резервирование	Гомогенизированная сгущенная смесь на сушку	Емкость	Смывные воды
Гомогенизированная сгущенная смесь на сушку. Пар. Электроэнергия.	Сушка	Сухой продукт	Сушилка	Горячий воздух, выходящий из сушилки (температура 60-70 °С) Мелкие частицы сухого молока, уносимые с уходящим воздухом.

				Шум. Вибрация. Смывные воды. Бактерицидные лампы
Сухое молоко, выходящее из сушилки	Просеивание сухого молока – П 1.16	Сухое молоко, очищенное от крупных комочков и пригорелых частиц	Вибросито	Твердые отходы Металлопримеси
Сухое молоко просеянное	Резервирование сухого молока – П 1.17	Сухое молоко	Силос	Бактерицидные лампы
Сухое молоко. Электрическая энергия	Фасование продукта – П 1.18	Сухое молоко – готовый продукт	Фасовочный автомат	Остатки упаковочных материалов

Таблица 56 – Основное оборудование при производстве сухих молочных продуктов

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Основные технические характеристики
Сепаратор-молокоочиститель	Очистка молока	10 - 25 м <sup>3</sup> /ч
Подогреватель	Подогрев перед сепарированием	10 - 25 м <sup>3</sup> /ч
Сепаратор-сливкоотделитель	Сепарирование	10 - 25 м <sup>3</sup> /ч
Пластинчатый охладитель	Охлаждение сливок	4 - 6,3 м <sup>3</sup> /ч
Пластинчатый охладитель	Охлаждение обезжиренного молока	10 - 25 м <sup>3</sup> /ч
Емкость для резервирования	Резервирование сливок	4 - 6,3 м <sup>3</sup>
Емкость для резервирования	Резервирование обезжиренного молока	10 - 25 м <sup>3</sup>
Охладитель	Охлаждение молока	10 - 25 м <sup>3</sup>
Емкость для резервирования молока	Резервирование и нормализация	25 м <sup>3</sup>
4-х корпусный пленочный вакуум-выпарной аппарат с подогревателями	Сгущение нормализованной смеси	5700 - 10000 кг/ч и.в.
Фильтр	Фильтрация сгущенной смеси	
Гомогенизатор	Гомогенизация	5 - 10 м <sup>3</sup> /ч
Емкость	Кратковременное резервирование	0,6 - 1 м <sup>3</sup>
Сушилка	Сушка	570 - 1000 кг/ч и.в.
Вибросито	Просеивание сух. молока	
Силос	Резервирование сухого молока	3 - 5 м <sup>3</sup>
Фасовочный автомат	Фасование продукта	До 200 мешков в час по 25 кг

Основные технологические операции при выработке всех молочных консервов – пастеризация и сгущение, при выработке сухих молочных продуктов – дополнительно сушка.

*Подробное описание технологических процессов и основного оборудования при выработке молочных консервов приведено в Приложении 1.*

### 2.4.3 Производство сгущенных молочных консервов с сахаром

Сгущенное цельное молоко с сахаром является наиболее традиционным в этой группе продуктов в Российской Федерации [62].

При производстве данного продукта в настоящее время применяют два способа производства – традиционный, периодический с использованием циркуляционных объемных вакуум-аппаратов (рисунки 35, 36) и поточный с включением в схему пленочного вакуум-выпарного аппарата особой конструкции, дополненного финишером для принудительной циркуляции и досгущения до требуемой концентрации сухих веществ не менее 73,5 % (рисунок 56).

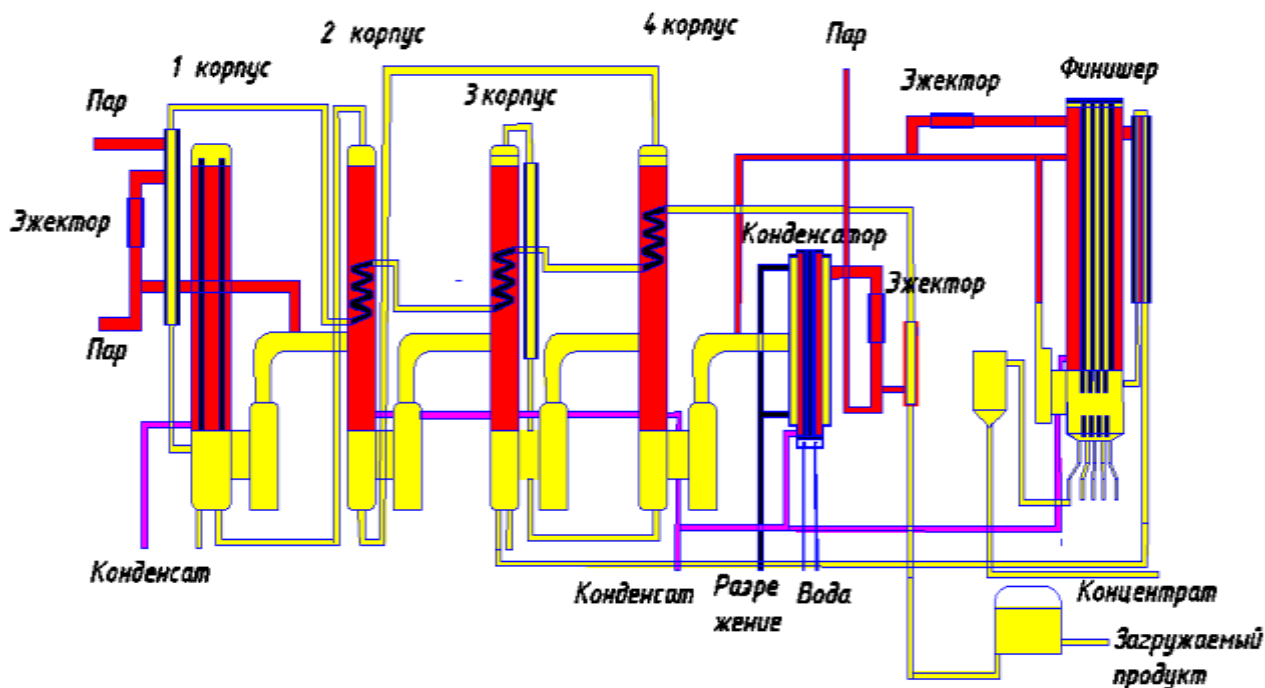


Рисунок 56. Схема вакуум-выпарного аппарата, применяемого при выработке сгущенного молока с сахаром поточным методом

На рисунке 57 показана схема традиционного периодического способа производства, в таблице 62 дано описание периодического способа с указанием эмиссий в окружающую среду, в таблице 63 – перечень основного оборудования при производстве сгущенного молока с сахаром периодическим способом.

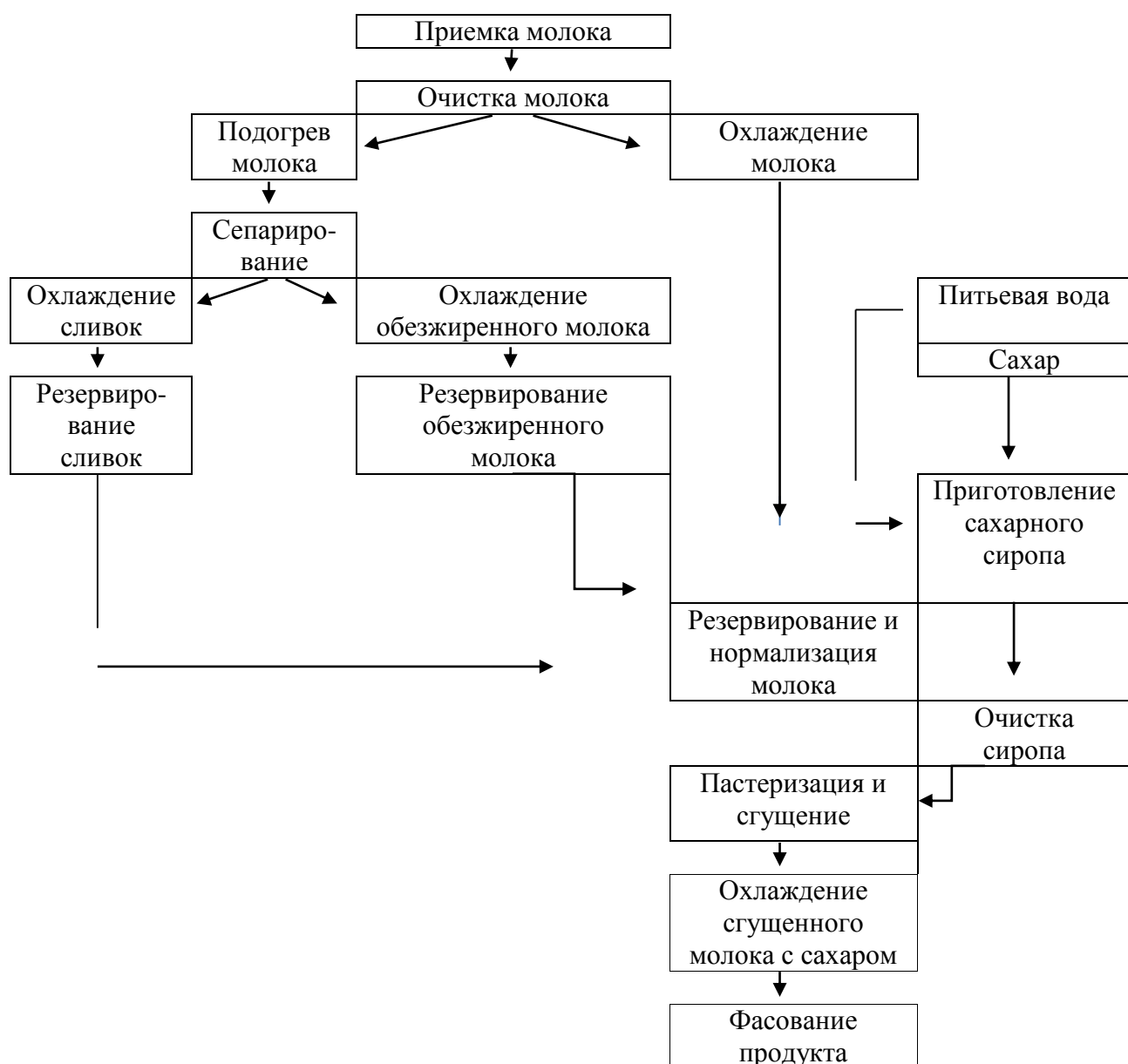


Рисунок 57. Схема технологического процесса производства сгущенного молока с сахаром периодическим способом

Таблица 62 – Описание технологического процесса производства сгущенного молока с сахаром периодическим способом с указанием эмиссий в окружающую среду

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Технологическое оборудование	Эмиссии
---------------	----------------------------	----------------	------------------------------	---------

Сырое молоко	Приемка молока, оценка качества	Молоко, соответствующее нормативам	Насос, счетчик, оборудование приемной лаборатории	Некондиционное молоко (повышенной кислотности, с антибиотиками и т.д.).
Принятое молоко Электроэнергия	Очистка	Очищенное молоко	Сепаратор-молокоочиститель	Шлам
Принятое молоко Вода Теплоноситель	Подогрев перед сепарированием	Подогретое молоко	Подогреватель	Конденсат пара
Подогретое молоко Электроэнергия	Сепарирование	Сливки и обезжиренное молоко	Сепаратор-сливкоотделитель	Шлам
Сливки Хладагент (вода, ледяная вода)	Охлаждение сливок	Охлажденные сливки	Пластинчатый охладитель	Хладагент – ледяная вода, рассол
Обезжиренное молоко Хладагент (вода, ледяная вода)	Охлаждение обезжиренного молока	Охлажденное обезжиренное молоко	Пластинчатый охладитель	Хладагент – ледяная вода, рассол
Сливки Вода для мойки	Резервирование	Охлажденные сливки	Емкость для резервирования	Смывные воды
Обезжиренное молоко Вода для мойки	Резервирование	Охлажденное обезжиренное молоко	Емкость для резервирования	Смывные воды
Очищенное молоко Хладагент (вода, ледяная вода)	Охлаждение	Охлажденное молоко	Охладитель	Хладагент – ледяная вода, рассол
Охлажденное молоко Вода для мойки	Резервирование и нормализация	Нормализованная смесь	Емкость для резервирования молока	Смывные воды
Нормализованная смесь Теплоноситель – пар, вторичный пар Вода для подачи на конденсатор и для мойки Электроэнергия	Пастеризация и сгущение	Сгущенная смесь	Вакуум-выпарной аппарат (ВВА) с подогревателями	Конденсат вторичного пара Смывные воды Тепловое воздействие на рабочих Шум
Сахар Вода Теплоноситель-пар	Приготовление сахарного сиропа	Сахарный сироп	Сироповарочный котел	Упаковка из под сахарного песка Конденсат пара

				Смывные воды Тепловое воздействие на рабочих Шум
Сахарный сироп Электроэнергия	Внесение сахарного сиропа	Сгущенная смесь с сахаром	Насос Фильтр Вакуум-выпарной аппарат с подогревателями	Конденсат пара Смывные воды Тепловое воздействие на рабочих Шум
Сгущенное молоко с сахаром Пар Вода Электроэнергия	Охлаждение	Охлажденное сгущенное молоко с сахаром	Вакуум- охладитель	Конденсат пара Смывные воды  Шум
Охлажденное сгущенное молоко с сахаром Вода Пар Электроэнергия	Фасование	Готовый продукт - сгущенное молоко с сахаром в упаковке	Банкомоечная машина Фасовочный автомат	Смывные воды Обрезки жести от изготовления банок Остатки упаковочных материалов

Таблица 63 – Основное оборудование при производстве сгущенного молока с сахаром периодическим способом

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Основные технические характеристики
Сепаратор-молокоочи- тель	Очистка молока	25 м <sup>3</sup> /ч
Подогреватель	Подогрев молока перед сепарированием	10-25 м <sup>3</sup> /ч
Сепаратор- сливкоотделитель	Сепарирование молока	10-25 м <sup>3</sup> /ч
Пластинчатый охладитель	Охлаждение сливок	3 м <sup>3</sup> /ч
Пластинчатый охладитель	Охлаждение обезжиренного молока	10-25 м <sup>3</sup> /ч
Емкость для резервирования	Резервирование сливок	3 м <sup>3</sup>
Емкость для резервирования	Резервирование обезжиренного молока	10 м <sup>3</sup>
Охладитель	Охлаждение молока	25 м <sup>3</sup> /ч
Емкость для резервирования молока	Резервирование и нормализация молока	25 м <sup>3</sup>
Вакуум-выпарной аппарат с подогревателями	Пастеризация и сгущение	8000 кг/ч и.в.
Сироповарочный котел	Приготовление сахарного сиропа	4 м <sup>3</sup>
Насос, фильтр,	Внесение сахарного сиропа	

Вакуум-охладитель	Охлаждение продукта	4,8 м <sup>3</sup>
Банкомоечная машина	Мойка банок	
Фасовочный автомат	Фасование продукта	

На рисунке 58 и в таблицах 64 и 65 приведены аналогичные схемы и описания для поточного метода.

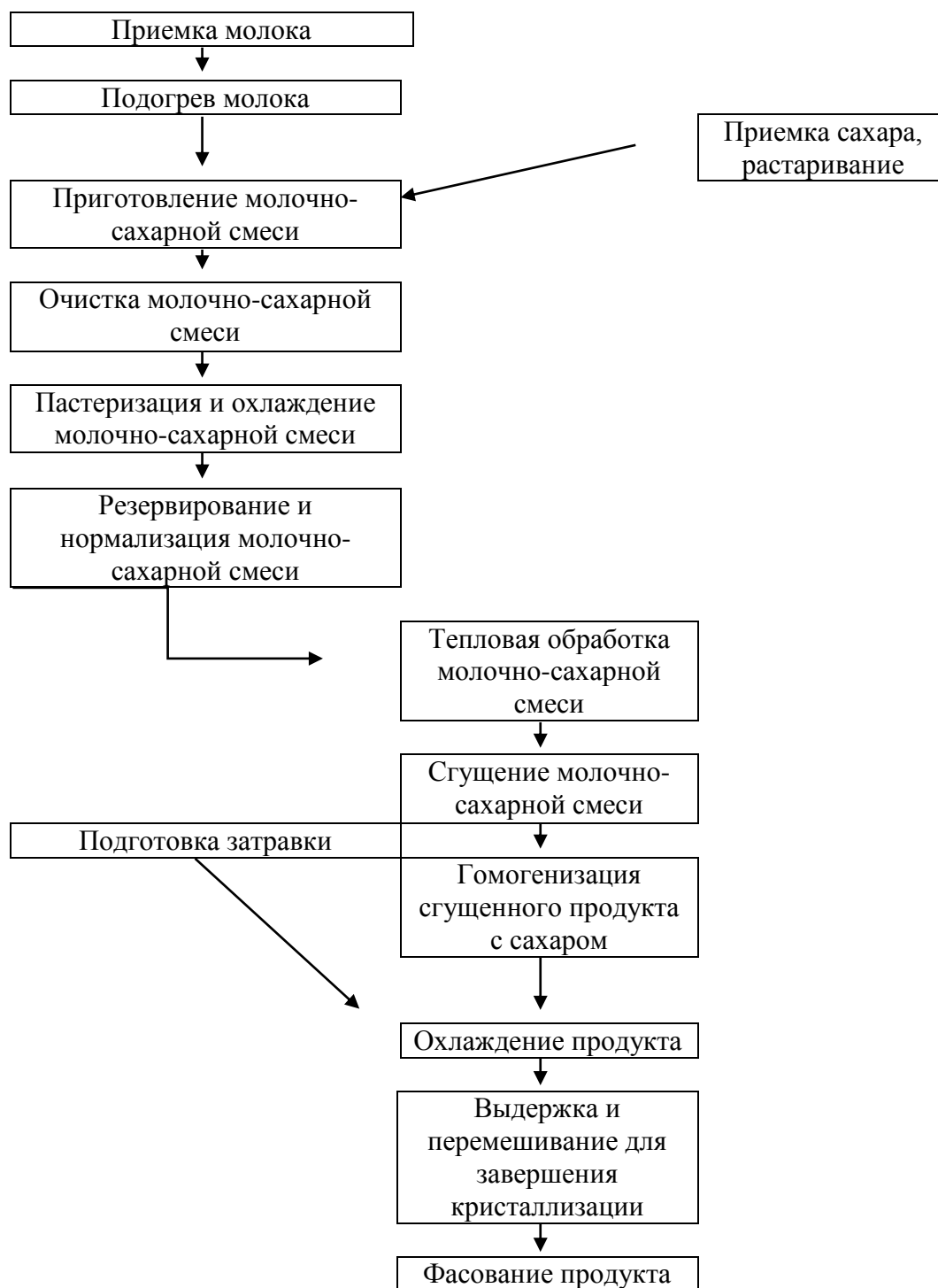


Рисунок 58. Схема технологического процесса производства сгущенного молока с сахаром поточным методом

Таблица 64 – Описание технологического процесса производства сгущенного молока с сахаром поточным способом с указанием эмиссий в окружающую среду

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Технологическое оборудование	Эмиссии
Сырое молоко	Приемка молока, оценка качества	Молоко, соответствующее нормативам	Насос, счетчик, оборудование приемной лаборатории	Некондиционное молоко (повышенной кислотности, с антибиотиками и др.)
Принятое молоко Электроэнергия	Подогрев для растворения сахара			
Свекловичный сахар	Приемка сахара, растаривание			Упаковка из под сахарного песка
Подогретое молоко, свекловичный сахар	Смешивание с сахаром и растворение сахара			
Молочно-сахарная смесь Электроэнергия	Очистка молочно-сахарной смеси	Очищенная молочно-сахарная смесь	Сепаратор-молокоочиститель	Шлам Шум
Принятое молоко Вода Теплоноситель	Пастеризация и охлаждение молочно-сахарной смеси	Охлажденная пастеризованная молочно-сахарная смесь	Пастеризационно-охладительная установка	Конденсат пара Смывные воды
Молочно-сахарная смесь, сливки, обезжиренное молоко	Резервирование и нормализация молочно-сахарной смеси по содержанию жира, белка, сахара	Нормализованная молочно-сахарная смесь	Емкость	Смывные воды
Нормализованная молочно-сахарная смесь Электроэнергия Пар, вода	Тепловая обработка молочно-сахарной смеси	Пастеризованная молочно-сахарная смесь	Подогреватели ВВА	Конденсат Шум Смывные воды
Пастеризованная молочно-сахарная смесь Электроэнергия	Сгущение молочно-сахарной смеси	Сгущенный продукт с сахаром	Пленочный ВВА	Конденсат Шум Смывные воды
Сгущенный продукт	Гомогенизация сгущенного	Гомогенизованный	Гомогенизатор	Вода и моющие

Электроэнергия	продукта	сгущенный продукт с сахаром		растворы для мойки емкости после каждого опорожнения
Мелкокристаллическая лактоза (затравка) Электроэнергия	Подготовка затравки, измельчение, прокаливание	Сгущенный продукт с сахаром	Емкость с дозатором затравки	
Сгущенный продукт с сахаром Вода Хладагент Электроэнергия	Охлаждение сгущенного продукта	Охлажденное сгущенное молоко с сахаром	Пластинчатый теплообменник	Вода и моющие растворы для мойки емкости после каждого опорожнения.
Вода Электроэнергия	Выдержка для завершения кристаллизации	Охлажденное молоко	Емкость	Хладагент – ледяная вода, рассол.
Охлажденное сгущенное молоко с сахаром. Вода. Пар. Электроэнергия.	Фасование	Готовый продукт - сгущенное молоко с сахаром в упаковке	Банкомоечная машина Фасовочный автомат	Вода из банкомоечной машины, обрезки жести от изготовления банок. Остатки упаковочных материалов

Таблица 65 – Основное оборудование при производстве сгущенного молока с сахаром поточным способом

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Основные технические характеристики
Подогреватель	Подогрев молока перед смешиванием с сахаром	10 м <sup>3</sup> /ч
Емкость	Смешивание молока с сахаром	6 м <sup>3</sup>
Сепаратор-молокоочиститель	Очистка молочно-сахарной смеси	25 м <sup>3</sup> /ч
Пластинчатая пастеризационно-охлаждающая установка	Пастеризация и охлаждение молочно-сахарной смеси	25 м <sup>3</sup> /ч
Емкость для резервирования молока	Резервирование и нормализация молочно-сахарной смеси	25 м <sup>3</sup>
Пленочный вакуум-выпарной аппарат с подогревателями и финишером	Пастеризация и сгущение молочно-сахарной смеси	8000 кг/ч и.в.
Гомогенизатор	Гомогенизация сгущенной молочно-сахарной смеси	5 м <sup>3</sup> /ч
Пластинчатый охладитель	Охлаждение продукта	5 м <sup>3</sup> /ч
Емкость	Выдерживание и перемешивание продукта для	6 м <sup>3</sup>

	завершения кристаллизации лактозы	
Банкомоечная машина	Мойка банок	
Фасовочный автомат	Фасование продукта	

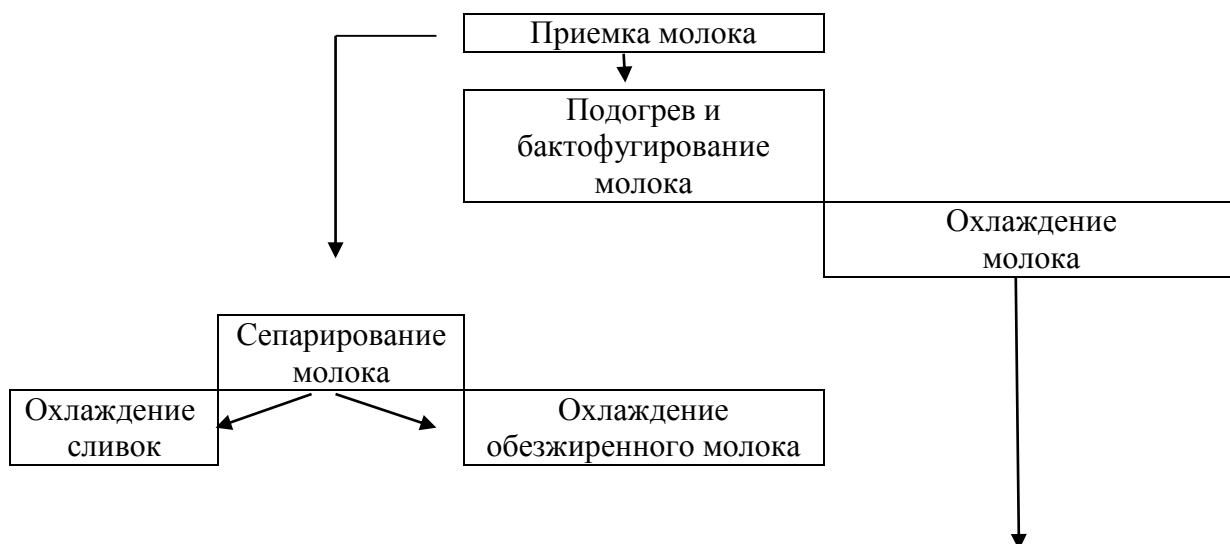
Как следует из вышеприведенных рисунков и таблиц, принципиальное отличие периодического и поточного способов заключается в смешивании молочной смеси и сахара.

В периодическом (традиционном) способе сахар в виде сахарного сиропа вводится в гомогенизированную, нормализованную, пастеризованную сгущаемую молочную смесь в вакуум-выпарной аппарат, в поточном, так называемом «бессиропном способе», сахар растворяется в молоке и дальнейшей обработке – центробежной очистке, охлаждению, нормализации, пастеризации, сгущению, гомогенизации, охлаждению подлежит молочно-сахарная смесь.

*Особенности технологического процесса производства сгущенного молока с сахаром периодическим и поточным способом представлены в Приложении 1.*

#### **2.4.4 Производство сгущенных стерилизованных молочных консервов**

Схема производства сгущенного стерилизованного молока, описание технологического процесса и основного оборудования на приведены на рисунке 59, в таблицах 66- 67.



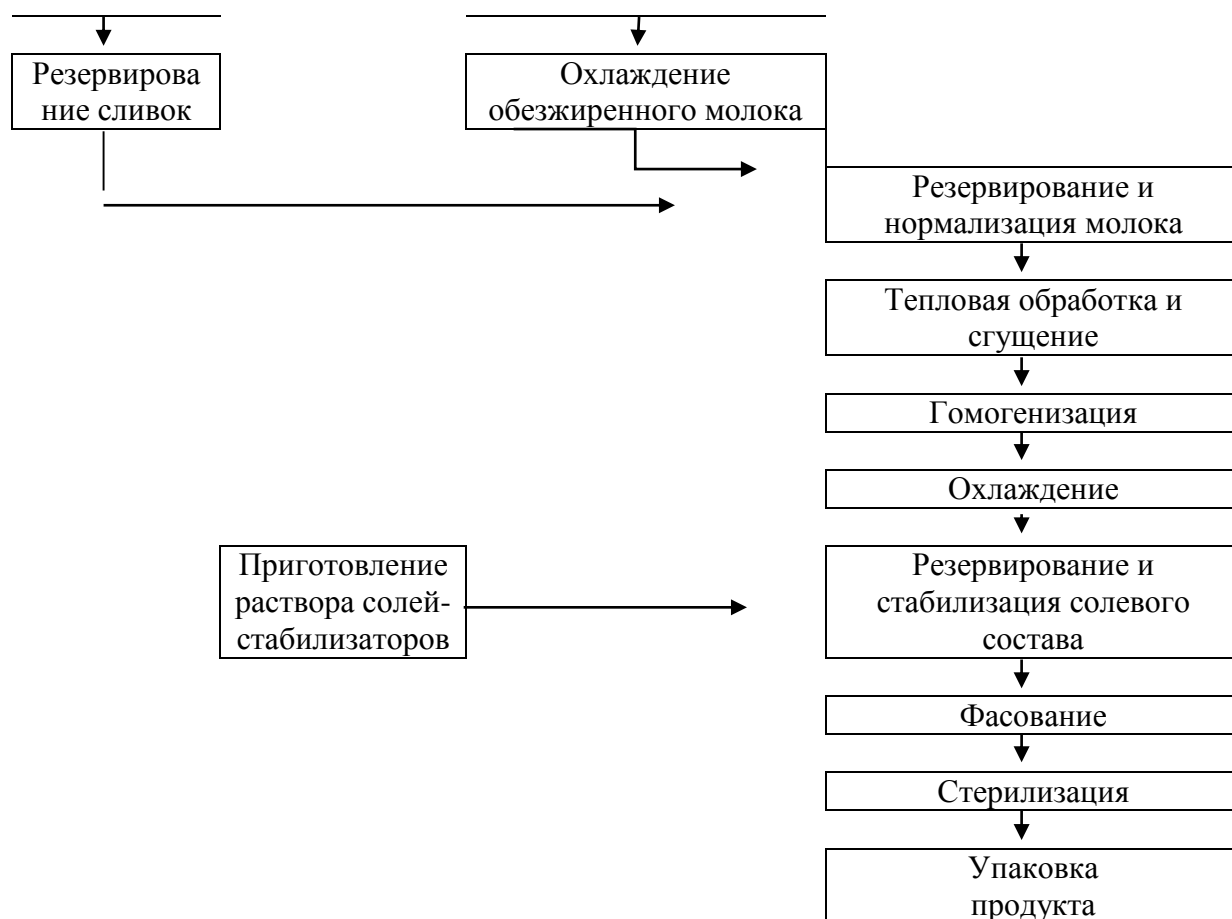


Рисунок 59. Схема технологического процесса производства сгущенного стерилизованного молока

Таблица 66 – Описание технологического процесса производства сгущенного стерилизованного молока с указанием эмиссий в окружающую среду

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Технологическое оборудование	Эмиссии
Сырое молоко	Приемка молока, оценка качества	Молоко, соответствующее нормативам	Насос, счетчик, оборудование приемной лаборатории	Некондиционное молоко (повышенной кислотности, с антибиотиками и т.д.).
Принятое молоко. Электроэнергия	Подогрев и бактофугирование	Молоко, очищенное от механических загрязнений, микроорганизмов и их спор	Сепаратор-бактериотделитель	Бактофугат содержащий сухие вещества молока и бактерии
Подогретое молоко Водва на мойку Электроэнергия	Сепарирование	Сливки и обезжиренное молоко	Сепаратор-сливкоотделитель	Шлам Смывные воды
Сливки Хладагент (вода, ледяная вода)	Охлаждение сливок	Охлажденные сливки	Пластинчатый охладитель	Хладагент – ледяная вода, рассол
Обезжиренное	Охлаждение	Охлажденное	Пластинчатый	Хладагент –

молоко Вода на мойку Хладагент (вода, ледяная вода)	обезжирен- ного молока	обезжиренное молоко	охладитель	ледяная вода, рассол Смывные воды
Сливки Вода на мойку	Резервирова- ние	Охлажденные сливки	Емкость для резервирования	Смывные воды
Обезжиренное молоко	Резервиро- вание	Охлажденное обезжиренное молоко	Емкость для резервирования	Смывные воды
Очищенное молоко Вода на мойку Хладагент (вода, ледяная вода)	Охлаждение	Охлажденное молоко	Охладитель	Хладагент – ледяная вода, рассол Смывные воды
Охлажденное молоко Вода на мойку	Резервирован ие и нормализация	Нормализован- ная смесь	Емкость для резервирования молока	Смывные воды
Нормализованная смесь Теплоноситель – пар, вторичный пар. Вода для подачи на конденсатор и на мойку Электроэнергия	Пастеризация и сгущение	Сгущенная смесь	Вакуум-выпарной аппарат (ВВА)с подогревателями	Конденсат вторичного пара Смывные воды Тепловое воздействие на рабочих Шум
Сгущенная смесь Электроэнергия	Гомогениза- ция	Гомогенизиро- ванная сгущенная смесь	Гомогенизатор	Шум, вибрация
Гомогенизиро- ванное сгущенное молоко Вода Хладагент	Охлаждение	Охлажденное сгущенное молоко	Охладитель	Хладагент – ледяная вода, рассол Смывные воды
Вода соли - стабилизаторы	Приготовле- ние раствора солей стаби- лизаторов			
Охлажденное сгущенное молоко Раствор солей - стабилизаторов	Резервирован ие и стабилизация солевого состава	Охлажденное сгущенное молоко с внесенными солями- стабилизаторами	Емкость	Смывные воды
Охлажденное сгущенное молоко с внесенными солями- стабилизаторами Вода Пар	Фасование	Сгущенное молоко в упаковке	Банкомоечная машина Фасовочный автомат	Смывные воды Обрезки жести от изготовления банок, остатки упаковочных

Электроэнергия				материалов
Банки или контейнеры со сгущенным молоком Теплоноситель – пар, вторичный пар Вода для подачи в стерилизатор. Электроэнергия	Стерилизация	Стерилизованный продукт	Гидростатический стерилизатор	Вода, Шум
Банки или контейнеры со сгущенным стерилизованным молоком	Упаковка продукта	Готовый продукт - сгущенное стерилизованное молоко	Автомат для групповой укладки упаковок с продуктом	Остатки упаковочных материалов

Таблица 67 – Основное оборудование при производстве сгущенного стерилизованного молока

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Основные технические характеристики
Подогреватель Сепаратор-бактериотделитель	Подогрев и бактофугирование	25 м <sup>3</sup> /ч
Подогреватель	Подогрев перед сепарированием	10-25 м <sup>3</sup> /ч
Сепаратор-сливкоотделитель	Сепарирование	10-25 м <sup>3</sup> /ч
Пластинчатый охладитель	Охлаждение сливок	3 м <sup>3</sup> /ч
Пластинчатый охладитель	Охлаждение обезжиренного молока	10 м <sup>3</sup> /ч
Емкость для резервирования	Резервирование сливок	3 м <sup>3</sup>
Охладитель	Резервирование обезжиренного молока	10-25 м <sup>3</sup> /ч
Охладитель	Охлаждение молока	10-25 м <sup>3</sup> /ч
Емкость для резервирования молока	Резервирование и нормализация	25 м <sup>3</sup>
Вакуум-выпарной пленочный аппарат (ВВА)с подогревателями	Сгущение	5200-10000 кг/ч и.в.
Гомогенизатор	Гомогенизация сгущенного молока	5 м <sup>3</sup> /ч
Охладитель	Охлаждение	5 м <sup>3</sup> /ч
	Приготовление раствора солей стабилизаторов	
Емкость	Резервирование и стабилизация солевого состава	
Банкомоечная машина Фасовочный автомат	Мойка банок Фасование	
Гидростатический стерилизатор	Стерилизация	12000 банок в час

Автомат для групповой укладки упаковок с продуктом	Упаковка продукта	
--	-------------------	--

*Особенности технологии сгущенных стерилизованных молочных консервов представлены в приложении 1.*

## 2.5 Производство мороженого на молочной основе

Мороженое – взбитые, замороженные и потребляемые в замороженном виде сладкие молочные продукты, молочные составные продукты, молокосодержащие продукты.

Мороженое в зависимости от массовой доли молочного жира подразделяют на:

- молочное (массовая доля молочного жира составляет не более 7,5 процента),
- сливочное (массовая доля молочного жира составляет от 8 процентов до 11,5 процента),
- пломбир (массовая доля молочного жира составляет не менее 12 процентов).

Схема производственного процесса изготовления мороженого представлена на рисунке 60.

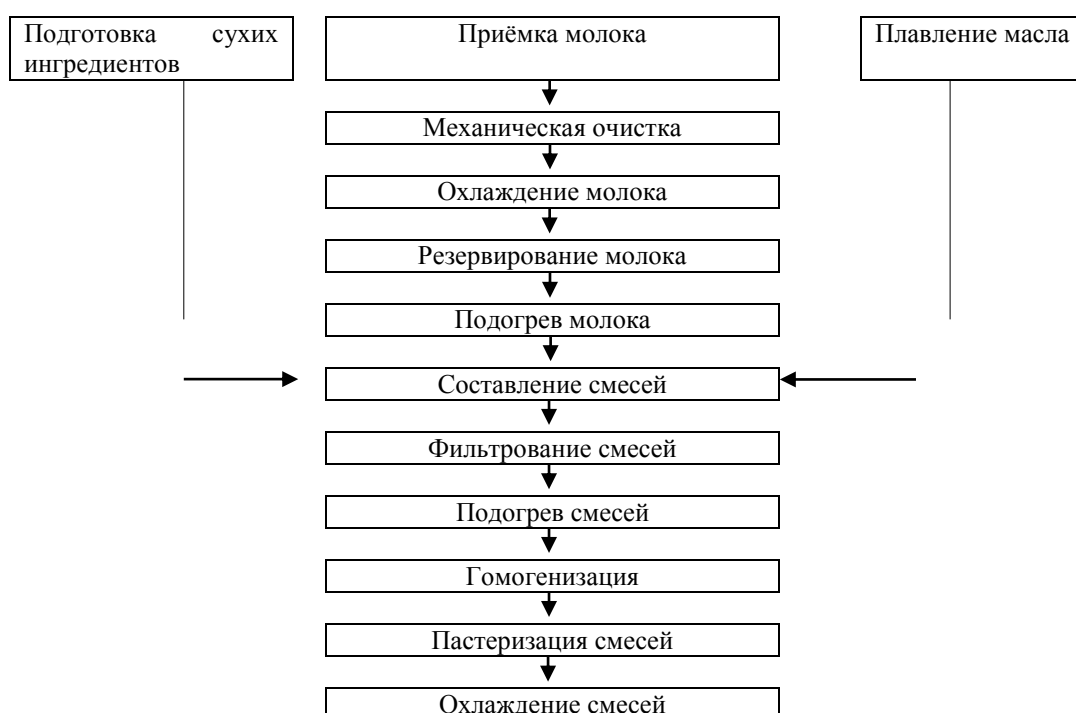




Рис. 60. Схема технологического процесса производства мороженого

Описание технологических процессов с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве мороженого приведено в табл. 68-69

Таблица 68 – Описание технологического процесса с указанием эмиссий в окружающую среду при производстве мороженого

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии
1	2	3	4	5
Сырое молоко, электроэнергия	Приемка молока	Сырое молоко	Насос, счетчик	Смывные воды
Сырое молоко	Механическая очистка молока	Очищенное молоко	Фильтр	Осадок механических примесей, загрязненные фильтры, смывные воды
Очищенное молоко, водопотребление	Охлаждение молока	Охлажденное молоко	Охладитель пластинчатый	Отепленная вода на градирню
Охлажденное молоко	Резервирование молока	Охлажденное молоко	Емкость с изоляцией	Смывные воды
Охлажденное молоко, водопотребление, потребление пара	Подогрев молока	Подогретое молоко	Подогреватель пластинчатый	Смывные воды
Подогретое молоко, Сливочное масло, Сухое молоко, Вода, Сахар	Составление смесей	Смесь мороженого	Установка для смешивания	Смывные воды, упаковка

Смесь мороженого	Фильтрование	Смесь мороженого	Фильтр	Смывные воды, загрязненные фильтры
Смесь мороженого водопотребление, потребление пара	Подогрев смеси	Подогретая смесь мороженого	Пастеризационно-охладительная установка	Смывные воды
Подогретая смесь мороженого водопотребление, электроэнергия	Гомогенизация смеси	Гомогенизированная смесь мороженого	Гомогенизатор	Смывные воды
Гомогенизированная смесь мороженого водопотребление, электроэнергия, потребление пара	Пастеризация, охлаждение	Охлажденная пастеризованная смесь мороженого	Пастеризационно-охладительная установка	Смывные воды
Охлажденная пастеризованная смесь мороженого электроэнергия, ледяная вода	Созревание смеси	Смесь мороженого после созревания	Емкостной аппарат	Смывные воды
Смесь мороженого после созревания, электроэнергия	Фризерование смеси	Замороженная смесь мороженого	Фризер	Смывные воды Отепленная вода на градирню
Замороженная смесь мороженого	Фасование	Фасованное мороженое	Фасовочный автомат	Смывные воды
Фасованное мороженое электроэнергия	Закаливание	Закаленное мороженое	Закалочный туннель	Смывные воды Отепленная вода на градирню, теплый воздух после конденсатора, шум
Закаленное мороженое	Упаковка	Мороженое в упаковке	Упаковочный автомат	Отходы упаковочных материалов
Мороженое в упаковке электроэнергия	Хранение	Мороженое в упаковке	Холодильная камера (-28°C)	

Таблица 69 – Основное оборудование при производстве мороженого

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Основные технические характеристики
Насос	Транспортировка и сбор молока	5 – 10 м <sup>3</sup> /ч
Фильтр	Очистка молока	5 – 10 м <sup>3</sup> /ч
Пластинчатый охладитель	Охлаждение	5 – 10 м <sup>3</sup> /ч

Емкость	Резервирование молока	6,3 – 25 м <sup>3</sup>
Установка для смешивания	Составление смеси	2,5 – 7,5 м <sup>3</sup> /ч
Гомогенизатор	Гомогенизация смеси	2,5 - 7,5 м <sup>3</sup> /ч
Пастеризационно-охлаждающая установка	Подогрев, пастеризация и охлаждение смеси	2,5 – 7,5 м <sup>3</sup> /ч
Емкостной аппарат	Созревание смеси	6,3 – 10 м <sup>3</sup>
Фризер	Замораживание смеси	300 – 600 кг/ч
Фасовочный автомат	Фасование мороженого	300 – 600 кг/ч
Закалочный туннель	Закаливание мороженого	300 – 600 кг/ч
Упаковочный автомат	Упаковка мороженого	300 – 600 кг/ч

*Подробное описание технологического процесса и оборудования для производства мороженого представлены в Приложении 1.*

## **2.6 Переработка молочной сыворотки**

Молочная сыворотка – побочный продукт переработки молока, полученный при производстве сыра (подсырная сыворотка), творога (творожная сыворотка) или казеина (казеиновая сыворотка) характеризующийся высоким содержанием белка, углеводов и минеральных солей.

Состав и свойства молочной сыворотки колеблются в широком диапазоне, что определяется составом молока, технологическими особенностями производства творога, сыра и казеина.

Так, в зависимости от способа посолки сырного зерна подсырная сыворотка бывает несоленой (сладкой) и соленой. Состав творожной сыворотки зависит от способа производства творога: кислотного или сычужного, с отвариванием или без отваривания.

Казеиновая сыворотка имеет состав, близкий к составу творожной сыворотки при биологическом способе коагуляции казеина или подсырной сыворотки при сычужном способе коагуляции казеина. При осаждении казеина соляной кислотой или хлористым кальцием сыворотка будет иметь свои отличительные особенности [53].

В сыворотку переходит более половины сухих веществ молока (степень перехода основных компонентов молока в молочную сыворотку указана в табл.70).

Таблица 70. Усредненные данные степени перехода основных компонентов молока в сыворотку.

Компоненты молока	Степень перехода в сыворотку, %
Сухие вещества	50,8
Белки, в том числе:	27
Казеин	5,6
Сывороточные белки	95,2
Лактоза	96,0
Жир	8,5
Минеральные вещества	79,2
Молочная кислота	74,5
Витамины, в том числе: водорастворимые	86,5
жирорастворимые	8,0

Промышленные технологии переработки молочной сыворотки основаны на использовании как традиционных, так и новых (инновационных) способов. К традиционным способам можно отнести термическую обработку для пастеризации, сепарирование с целью выделения молочного жира и частиц коагулировавшего казеина, вакуум-дистилляцию и сушку с целью удаления влаги, кристаллизацию с целью выделения молочного сахара в виде  $\alpha$ -моногидрата, сквашивание молочнокислыми микроорганизмами и сбраживание дрожжами с целью биоконверсии лактозы в молочную кислоту и этанол, гомогенизацию с целью диспергирования жировой фазы.

К инновационным способам переработки молочной сыворотки можно отнести баромембранные (обратный осмос, нано-, ультра- и микрофльтрацию) и электромембранные (электродиализ), позволяющие фракционировать сыворотку на молекулярном и ионном уровне как многокомпонентную систему, направленно регулируя состав и свойства получаемых продуктов [53].

Основные направления переработки сыворотки приведены на рисунке 61. Производство продуктов из молочной сыворотки осуществляется по технологическим схемам, представленным на рис. 62-64.

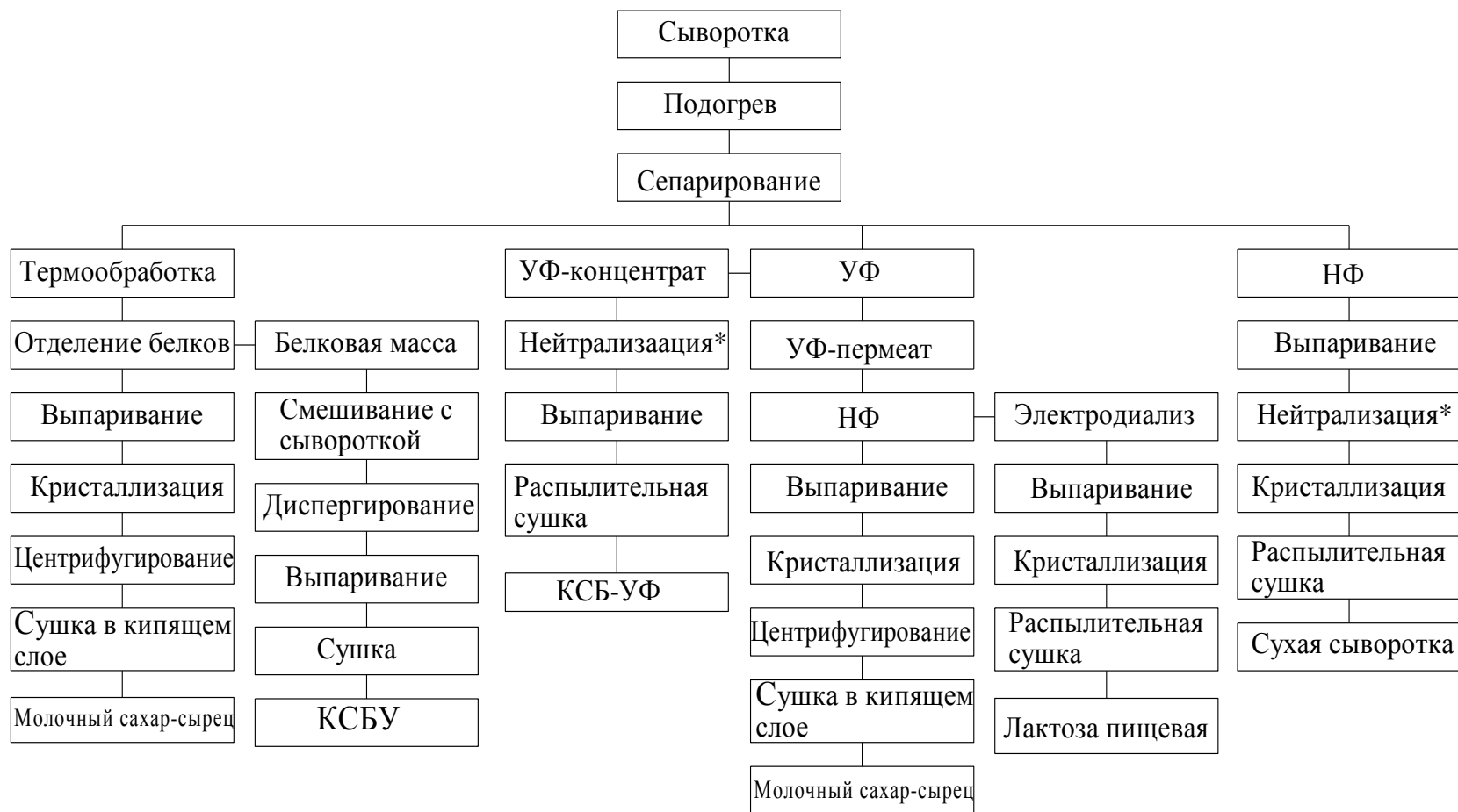


Рисунок 61.  
Основные направления переработки молочной сыворотки

Условные обозначения:  
УФ - ультрафильтрация  
НФ - нанофильтрация  
\* - для кислых видов сыворотки

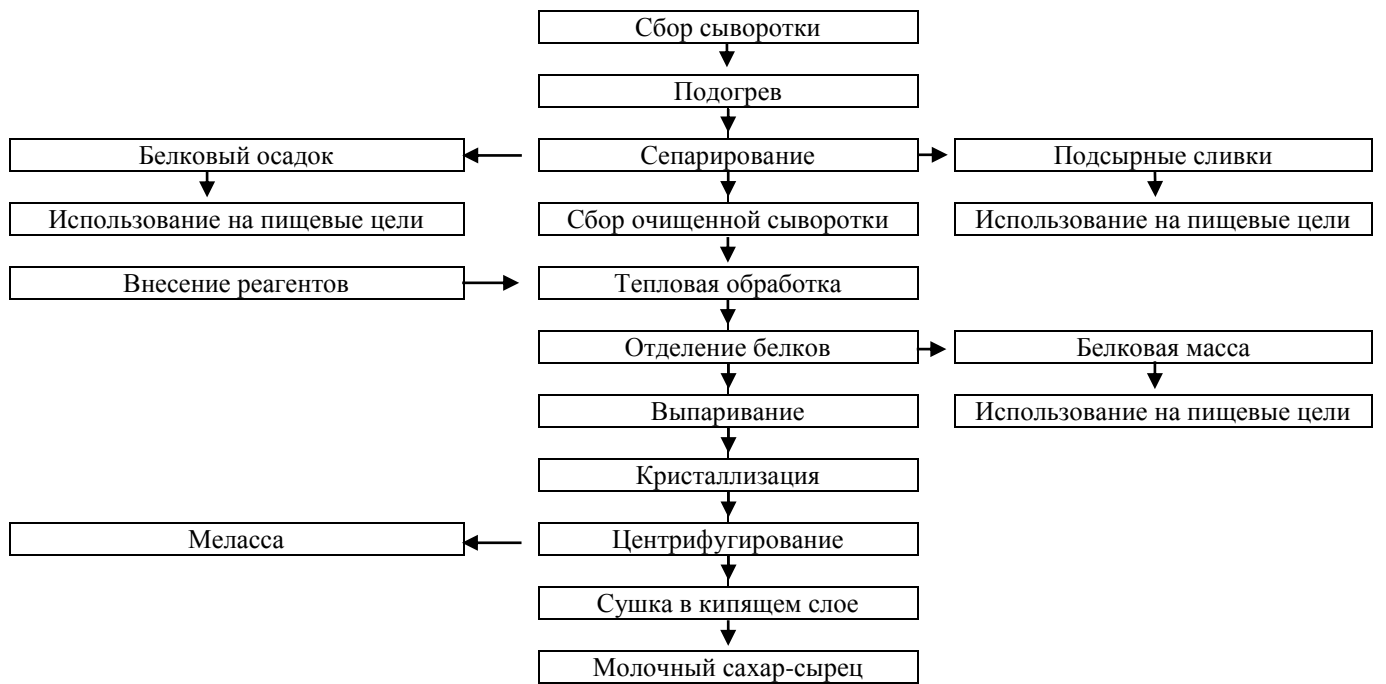


Рисунок 62. Технологическая схема производства молочного сахара-сырца

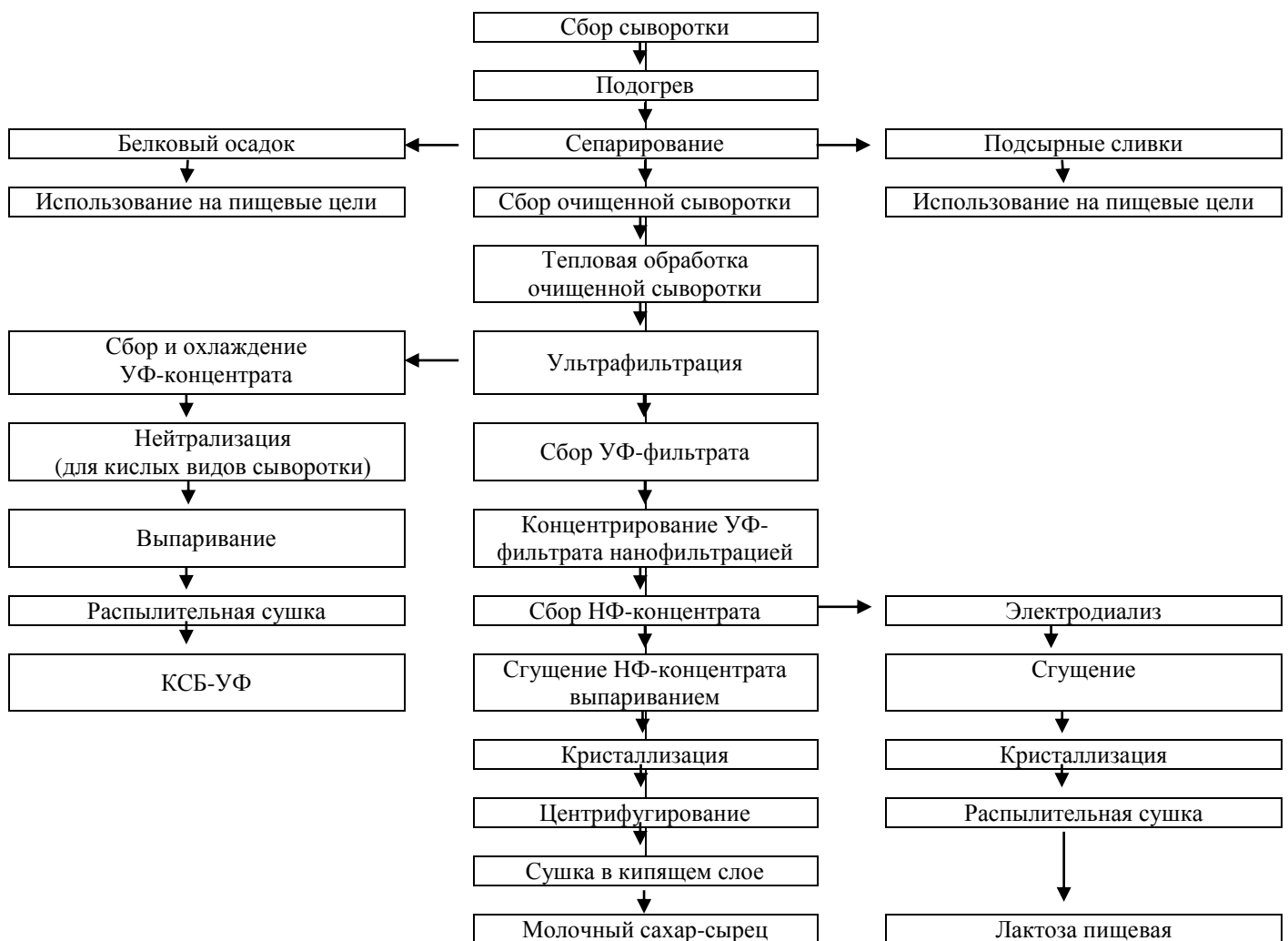


Рисунок 63. Технологическая схема производства молочного сахара с использованием мембранных методов

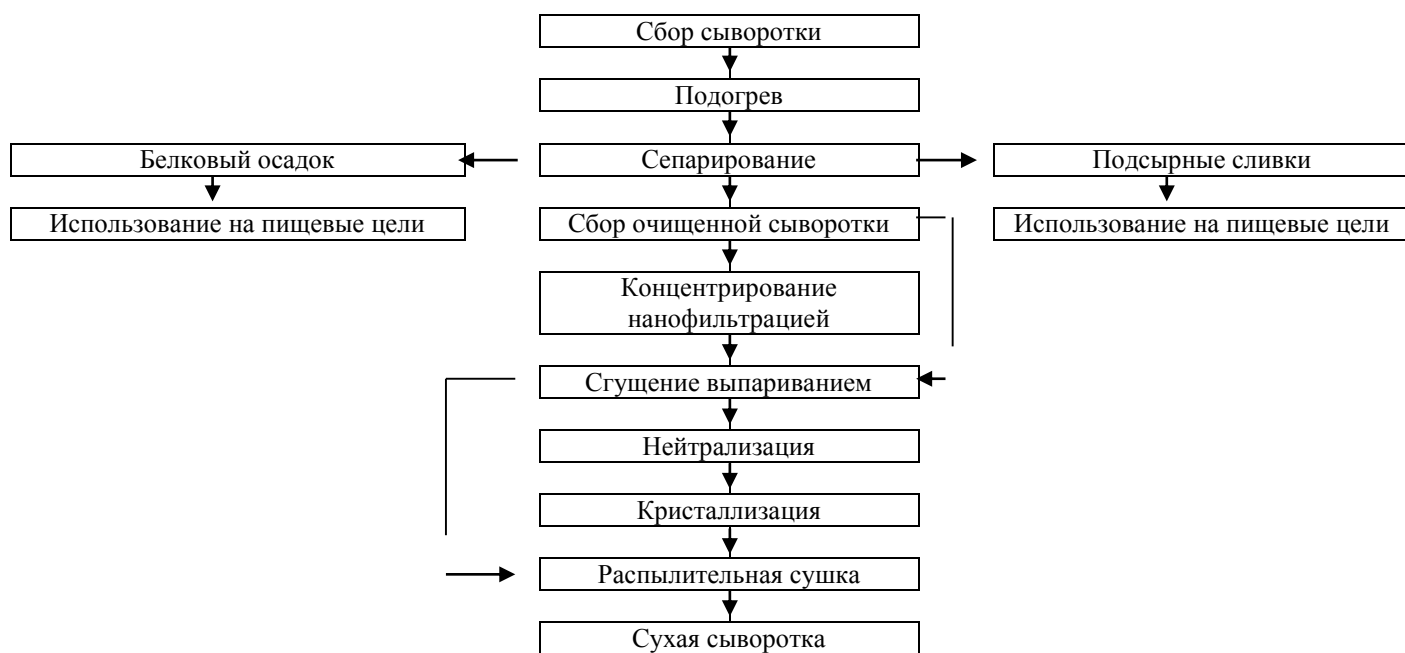


Рисунок 64. Технологическая схема производства сухой молочной сыворотки

Описание технологических процессов с указанием эмиссий в окружающую среду при переработке молочной сыворотки приведено в табл. 71-72.

Таблица 71 – Описание технологического процесса переработки сыворотки

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии
Сыворотка	Сбор сыворотки	Сыворотка	Насос, емкость	Смывные воды
Сыворотка	Подогрев сыворотки	Подогретая сыворотка	Пластинчатый подогреватель	Смывные воды
Подогретая сыворотка	Очистка и сепарирование	Подсырные сливки, очищенная сыворотка	Комбинированный сепаратор	Шлам, смывные воды
Очищенная сыворотка	Термообработка	Горячая очищенная сыворотка	Теплообменник	Смывные воды
Горячая очищенная сыворотка	Внесение реагентов	Горячая очищенная сыворотка с коагулированным белком	Ванна отваривания альбумина	Смывные воды
Горячая	Сепарирование	Осветлённая	Сепаратор	Смывные воды

очищенная сыворотка с коагулированным белком	ние	сыворотка, белковая масса	осветлитель	
Осветлённая сыворотка Пар	Выпаривание	Сгущённая сыворотка	Вакуум-выпарная установка	Конденсат Смывные воды Вода на градирню
Сгущённая сыворотка, охлаждающая вода	Кристаллизация	Кристаллизат	Кристаллизатор	Смывные воды
Кристаллизат	Центрифугирование	Кристаллы молочного сахара	Центрифуга	Шум, вибрация, меласса
Кристаллы молочного сахара	Сушка	Молочный сахар-сырец	Сушилка с кипящим слоем	Горячий воздух (60-70 °С), мелкие частицы сухого продукта, шум, вибрация смывные воды
Очищенная сыворотка	Ультрафильтрация	УФ-концентрат УФ-пермеат	УФ-установка	Смывные воды
УФ-концентрат Регулятор кислотности	Нейтрализация	Нейтрализованный УФ-концентрат	Емкостной аппарат	Смывные воды
Нейтрализованный УФ-концентрат	Выпаривание	КСБ-УФ жидкий	Вакуум-выпарная установка	Конденсат Смывные воды Вода на градирню
КСБ-УФ жидкий	Сушка	КСБ-УФ сухой	Распылительная сушильная установка	Горячий воздух (60-70 °С), мелкие частиц. сухого прод-та, шум, вибрация, смывные воды
УФ-пермеат	Нанофильтрация	НФ-концентрат	НФ-установка	НФ-фильтрат
НФ-концентрат	Выпаривание	Сгущённый НФ-концентрат	Вакуум-выпарная установка	Конденсат Смывные воды Вода на градирню
Сгущённый НФ-концентрат	Электродиализ	Деминерализованный НФ-концентрат	ЭД-установка	Раствор солей, Смывные воды
Деминерализованный НФ-концентрат	Выпаривание	Сгущённая деминерализованная сыворотка	Вакуум-выпарная установка	Конденсат Смывные воды Вода на градирню
Сгущённая деминерализованная	Сушка	Лактоза пищевая	Распылительная сушильная установка	Горячий воздух (60-70 °С), мелкие частиц.

сыворожка				сухого продукта, шум, вибрация, смывные воды
-----------	--	--	--	---

Таблица 72 – Основное оборудование по переработке молочной сыворожки

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Основные технические характеристики
Насос, емкость	Транспортировка и сбор сыворожки	5-25 м <sup>3</sup> /ч, 6,3-50 м <sup>3</sup>
Пластинчатый подогреватель	Подогрев сыворожки	5-10 м <sup>3</sup> /ч
Комбинированный сепаратор	Очистка от казеиновой пыли и удаление жира	5-10 м <sup>3</sup> /ч
Теплообменник	Тепловая обработка сыворожки	5-10 м <sup>3</sup> /ч
Ванна отваривания альбумина	Отваривание белков сыворожки	5 м <sup>3</sup>
Сепаратор-осветлитель	Осветление сыворожки (отделение белков)	5-10 м <sup>3</sup> /ч
Вакуум-выпарная установка	Удаление влаги, сгущение	2000-8000 кг.исп.вл./ч
Кристаллизатор	Кристаллизация молочного сахара	2000 л, 1000 л/ч
Центрифуга	Отделение кристаллов молочного сахара от мелассы	250-500 кг/ч
УФ-установка	Ультрафильтрация сыворожки, разделение на белковый концентрат и фильтрат	5-25 м <sup>3</sup> /ч
Емкостной аппарат	Сбор концентрата Сбор фильтрата	6,3-10 м <sup>3</sup> 10-50 м <sup>3</sup>
НФ-установка	Нанофильтрация сыворожки	5-25 м <sup>3</sup> /ч
ЭД-установка	Деминерализация сыворожки, снижение кислотности	5-10 м <sup>3</sup> /ч
Распылительная сушилка	Сушка сгущённой сыворожки	300-1000 кг. и.вл./ч
Сушилка с кипящим слоем	Сушка молочного сахара	250-300 кг/ч

*Подробное описание технологического процесса переработки молочной сыворожки представлено в Приложении 1.*

## 2.7 Природоохранное оборудование

Перечень природоохранного оборудования, его назначение и технологические характеристики приведены в таблице 81.

Таблица 81 – Природоохранное оборудование

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Технологические характеристики
<i>Водоохранное оборудование</i>		
Жируловитель	Улавливание и удаление различных видов жиров и минеральных масел из сточных вод	Вертикальные и горизонтальные от 2 до 36 м <sup>3</sup> /ч
Флотатор	Очистка сточных вод от жира и взвешенных частиц	2,5-100 м <sup>3</sup> /ч
Станция нейтрализации	Нейтрализация кислотно-щелочных стоков	1,6-16 л/с
НФ-установка	Очистка сточных вод от органических веществ	1-20 м <sup>3</sup> /ч
Обратноосмотические установки	Обессоливание сточных вод	1-20 м <sup>3</sup> /ч
Сорбционный фильтр	Глубокая доочистка сточных вод	1-10 м <sup>3</sup> /ч
Установка УФ-обеззараживания воды	Дезинфекция сточных вод	1-10 м <sup>3</sup> /ч
<i>Атмосфероохранное оборудование</i>		
Рукавный фильтр	Заключительная очистка отработанного воздуха из сушильных установок	0,5-80 м <sup>3</sup> /ч
Скруббер	Высокоэффективная очистка отработанного воздуха	0,5-80 м <sup>3</sup> /ч
Сооружения и оборудование по охране от отходов производства		
Склад бумажных отходов	Сбор и складирование отходов бумаги и картона	
Контейнерные площадки для твёрдых отходов	Безопасное временное хранение мусора и ТБО	
Пресс для бумажных отходов	Прессование отходов бумаги и картона	Гидравлический с усилием прессования от 12 до 45 т Цикл – 35 с

## **Подробное описание технологического процесса производства питьевого молока (сливок)**

*Требования к сырью.* Молоко, предназначенное для производства питьевого молока должно соответствовать требованиям действующих стандартов, технических регламентов и технологических инструкций. Обезжиренное молоко и сливки, применяемые для нормализации, должны быть получены из коровьего молока, удовлетворяющего вышеперечисленным требованиям. Допускается использовать пахту, полученную при производстве сладкосливочного масла, кислотностью не более 17 °Т и плотностью не менее 1024 кг/м<sup>3</sup>.

*Нормализация* проводится по массовой доле жира, массовой доле белка.

*Центробежная очистка* позволяет выделить из молока посторонние примеси и микроорганизмы, повышает эффективность пастеризации и, соответственно, качество продукта. Может использоваться бактофугирование молока.

*Гомогенизация* позволяет предотвратить отстой жира в готовом продукте, улучшить вкус и консистенцию. Гомогенизация обязательна для молока с м.д.ж. 3,5 % и более. Режимы гомогенизации: давление – (12,5±2,5) МПа, температура – 45-70 °С. Вместо полной гомогенизации может применяться раздельная гомогенизация: молоко сепарируют, сливки гомогенизируют: (1-я ступень – 8-10 МПа, 2-я – 2-2,5 МПа, температура – 55-65 °С.); гомогенизированные сливки в потоке смешиваются с обезжиренным молоком.

*Пастеризация* предназначена для: полного уничтожения патогенной микрофлоры; снижения общего содержания микроорганизмов в молоке при наиболее полном сохранении натуральных свойств молока; при производстве топленого молока – придания молоку особенностей вкуса и цвета. Рекомендуются режимы пастеризации: температура (76 ± 2) °С с выдержкой до 20 с, температура пастеризации может быть увеличена от 80 до 99 °С (в зависимости от бактериальной обсемененности молока и сроков годности

продукта).

Пастеризованное молоко охлаждают до температуры  $(4\pm 2)$  °С и направляют на розлив и упаковку. Допускается кратковременное хранение пастеризованного молока перед розливом – не более 6 часов.

*Пастеризованные сливки.* Технологическая схема производства пастеризованных сливок включает следующие операции: приемка и подготовка молока; сепарирование молока; нормализация сливок; гомогенизация; пастеризация; охлаждение; упаковка, маркировка.

*Гомогенизация.* Нормализованные сливки гомогенизируют перед пастеризацией (60-85 °С). Сливки с пониженной термоустойчивостью допускается гомогенизировать после пастеризации (температура – не менее 70 °С). Гомогенизации подвергают всю массу нормализованных сливок. Давление гомогенизации зависит от массовой доли жира в сливках (10-15 % – 12-15 МПа; 17-20 % – 9-12 МПа; 22-30% – 8-11 МПа; 30-40 % – 7-10 МПа). Может применяться двухступенчатая гомогенизация.

*Пастеризация.* Рекомендуются следующие режимы пастеризации: 78-82 °С, 2-10 мин.; 85-89 °С, 20 с; 92-96 °С. При выборе режима учитывают: степень бактериальной обсемененности, массовую долю жира в сливках, термоустойчивость сырья.

*Стерилизация* – это тепловая обработка молока при температуре выше 100 °С. Цели стерилизации – уничтожение всех бактерий и их спор, инаktivация ферментов. Эффективность стерилизации зависит от содержания термостойких спор в сыром молоке (определяется количеством десятикратных уменьшений), от температуры и продолжительности ее воздействия. С увеличением температуры споры разрушаются намного быстрее, чем происходят химические изменения в молоке (изменения вкуса, цвета, пищевой ценности).

*Применяемые схемы стерилизации:*

- одноступенчатая стерилизация молока (стерилизация молока в таре при 110-120 °С с выдержкой 15-30 мин.);
- двухступенчатая стерилизация (молоко предварительно стерилизуется в потоке

при 130-150 °С в течение нескольких секунд и затем повторно стерилизуется в таре при 110-118 °С в течение 10-20 мин.).

УВТ – обработка молока предусматривает тепловую обработку молока в потоке (135-150 °С, выдержка 2-5 с) с последующим «асептическим» розливом.

К молоку для производства стерилизованного молока предъявляются дополнительные требования по термоустойчивости. Термоустойчивость молока контролируется по алкогольной пробе – не ниже 3-й группы. Для повышения термоустойчивости молока могут использоваться соли-стабилизаторы (калий лимоннокислый трехзамещенный одноводный, натрий лимоннокислый трехзамещенный и др.), которые вносятся в молоко непосредственно перед направлением на стерилизацию.

Технологическая схема производства стерилизованного молока одноступенчатым способом предусматривает следующие операции: приемка, первичная обработка молока; пастеризация, гомогенизация; розлив в бутылки из полипропилена; герметичное запечатывание бутылок алюминиевой фольгой; стерилизация; укупоривание, маркирование, упаковка бутылок в термоусадочную пленку.

УВТ-обработку молочного сырья проводят в потоке с асептическим розливом с использованием двух способов нагрева:

- прямого (пароконтактного) нагрева впрыскиванием (инъекцией) пара в молоко либо подачей молока в среду пара;
- косвенного нагрева молока через теплопередающую поверхность.

При прямом нагреве продукт и греющая среда находятся в прямом контакте. Качество продукта во многом зависит от качества вводимого пара. Он должен быть сухим, насыщенным, без посторонних примесей и запахов, получен из питьевой воды. К преимуществам прямого нагрева относят практически мгновенное нагревание всей массы продукта без теплопередающей поверхности (позволяет использовать молоко более низкой термоустойчивости по сравнению с «косвенным нагревом»), более длительное время работы оборудования без промежуточной мойки. Однако, процесс «прямого нагрева» характеризуется

высокой энергоёмкостью, низким коэффициентом рекуперации тепла (0,40-0,5), сложностью регулирования удаления конденсата на стадии охлаждения продукта в вакуум-камере.

Процесс «косвенного нагрева» менее энергоёмкий, характеризуется более высоким коэффициентом рекуперации тепла (0,75-0,85). Однако, продолжительность работы установок косвенного нагрева в большей степени зависит от качества исходного сырья.

Применяемые виды упаковки для УВТ обработанного молока:

- *жесткая порционная упаковка*: стеклянная бутылка; бутылка из поликарбоната;
- *полужесткая порционная упаковка*: пакеты из многослойного комбинированного картона; пластиковые многослойные бутылки с алюминиевой запайкой и небарьерной крышкой;
- *мягкая порционная упаковка*: многослойная пленка на основе полиэтилена с противокислородным барьером; упаковка «Тетра Фино Асептик» – многослойный материал на основе картона и полимеров и др. [18, 19, 20, 21].

### **Подробное описание технологического процесса производства жидких кисломолочных продуктов и напитков и особенности технологии характерных представителей**

*Приемка и подготовка сырья.* Молоко принимают в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырое», ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое», ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Температура молока при приемке не должна превышать 10 °С. Перечень и периодичность контролируемых показателей сырого молока определяется в программе производственного контроля. Желательно отбирать молоко с повышенным содержанием сухих веществ (плотность не менее 1028 кг/м<sup>3</sup>, массовая доля белка не менее 3 %), использовать молоко с пониженной бактериальной обсемененностью (КМАФАнМ не более 500 тыс. КОЕ/см<sup>3</sup>).

Повышенное содержание сухих веществ положительно влияет на активность развития заквасочной микрофлоры, консистенцию продукта.

Молоко с повышенной бактериальной обсемененностью характеризуется пониженной термоустойчивостью, оно может содержать большое количество терmostойких, спорообразующих, психротрофных бактерий, развитие которых вызывает нежелательные изменения казеина, жировых компонентов. Это может привести к образованию непрочного, слабого сгустка, появлению постороннего привкуса в готовом продукте и другим порокам. При этом если сами бактерии инактивируются при режимах пастеризации, принятых при производстве кисломолочных продуктов, то их ферменты, споры термоустойчивы.

Обезжиренное молоко и сливки, применяемые для нормализации, должны быть получены из коровьего молока, удовлетворяющего вышеперечисленным требованиям.

Следует обращать серьезное внимание на качество сухого молочного сырья (сухого цельного и обезжиренного молока). Необходимо исключить использование молока с низкими микробиологическими показателями, фальсифицированного сухой сывороткой, полученного из раскисленного сырья, а также подвергнутого высокотемпературной сушке.

Охлаждение и резервирование молока. Принятое молоко охлаждают до температуры  $4 \pm 2$  °С и резервируют не более 24 часов.

*Центробежная очистка*, позволяющая выделить из молока посторонние примеси и микроорганизмы, повышает эффективность пастеризации и, соответственно, качество продукта. Может использоваться бактофугирование молока.

*Нормализация* проводится по массовой доле жира, сухих веществ и другим показателям.

*Тепловая обработка* при выработке жидких кисломолочных продуктов и напитков предназначена для:

- полного уничтожения патогенной микрофлоры;
- снижения до минимально возможной величины общего содержания

микроорганизмов в молоке;

- инактивации ферментов и антибактериальных веществ;
- создания благоприятных условий для развития заквасочной микрофлоры;
- придания молоку определенных технологических свойств (получения достаточно прочного сгустка, стойкого к синерезису);
- в отдельных случаях – придания молоку некоторых особенностей вкуса и цвета (ряженка, варенец).

Исходя из целей пастеризации, при производстве жидких кисломолочных продуктов и напитков целесообразно применять высокие температуры пастеризации (происходит более полная денатурация сывороточных белков, что повышает влагоудерживающую способность казеина). Рекомендуются следующие режимы: температура  $87 \pm 2$  °С с выдержкой 10-15 мин., или  $92 \pm 2$  °С с выдержкой 2-8 мин.

*Гомогенизация* в производстве жидких кисломолочных продуктов и напитков производится для улучшения консистенции. Она позволяет предотвратить отстой жира в готовом продукте, сделать его более однородным, повысить влагоудерживающую способность сгустка. Очень важна эта операция в производстве продуктов, вырабатываемых резервуарным способом, при котором на сгусток после его образования оказывается механическое воздействие, что создает возможность синерезиса.

Режимы гомогенизации: давление –  $15 \pm 2,5$  МПа, температура – 55-60 °С, или соответствует температуре пастеризации.

*Охлаждение до температуры заквашивания, заквашивание и сквашивание.* Температуру заквашивания и сквашивания выбирают в зависимости от состава используемой закваски. Производственную закваску, приготовленную на пастеризованном молоке, вносят в смесь в количестве 3-5 % от объема заквашиваемой смеси (объемная доля закваски зависит от ее активности). Сквашивание осуществляют, как правило, при температуре, оптимальной для развития заквасочной микрофлоры при использовании моновидовых заквасок или многовидовых, в состав которых входят

микроорганизмы, имеющие одинаковый температурный оптимум. При использовании поливидовых заквасок, содержащих микроорганизмы с различными оптимальными температурами, при выборе режима сквашивания учитывают активность развития заквасочной микрофлоры и свойства готового продукта. Не допускается выдержка молока (нормализованной смеси) при температуре заквашивания без внесения закваски (для предотвращения развития посторонней микрофлоры). При термостатном способе продолжительность розлива из одной емкости не должна превышать 40-60 мин. (для кефира – 2 часов). Задержка розлива заквашиваемого молока может привести к образованию хлопьев белка и нарушению консистенции готового продукта. Режимы сквашивания при производстве некоторых видов жидких кисломолочных продуктов и напитков приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Режимы сквашивания при производстве жидких кисломолочных продуктов и напитков

Вид продукта	Состав закваски	Режим сквашивания	
		Температура, °С	Время, ч
Простокваша	Термофильный молочнокислый стрептококк	41-45	3-4
	Лактококки	30-35	5-7
Мечниковская простокваша	Термофильный молочнокислый стрептококк и болгарская палочка	41-45	3-4
Варенец	Термофильный молочнокислый стрептококк	41-45	3-4
Ряженка	Термофильный молочнокислый стрептококк с добавлением или без болгарской палочки	41-45	4-5
Йогурт	Термофильный молочнокислый стрептококк и болгарская палочка	40-42	3-4
Напиток «Снежок»	Термофильный молочнокислый стрептококк и болгарская палочка	38-40	2,5-3
Ацидофильное молоко	Ацидофильная палочка	40-44	4-5
Напиток «Московский»	Ацидофильная палочка	40-42	4-6
Ацидофилин	Ацидофильная палочка, лактококки и кефирная закваска	31-35	6-8
Ацидофильно-дрожжевое молоко	Ацидофильная палочка, дрожжи, сбраживающие лактозу	32-36 (созревание 8-10)	4-6 (6-10)
Кефир	Грибковая, производственная кефирная закваска (лактококки, лейконостоки, лактобациллы, дрожжи, уксуснокислые бактерии)	20-25 (созревание 14-16)	8-12 (9-13)

Окончание сквашивания определяют по характеру сгустка и его кислотности. Сгусток должен быть ровным, достаточно прочным, без выделения сыворотки. Кислотность сгустка в зависимости от вида продукта должна составлять 65-80 °Т (для термостатного способа), 85-100 °Т (для резервуарного способа).

Своевременное *охлаждение* сгустка позволяет предотвратить перекивание продукта и связанное с этим ухудшение его органолептических и структурно-механических свойств. Для охлаждения жидких кисломолочных продуктов и напитков, вырабатываемых резервуарным способом, могут использоваться пластинчатые и трубчатые охладители.

Заключительный этап охлаждения, в процессе которого завершается формирование структуры продукта (физическое созревание) протекает после розлива и упаковывания продукта в холодильной камере при температуре  $(4\pm 2)$  °С.

Фруктово-ягодные наполнители, используемые при производстве продуктов, могут вноситься непосредственно в резервуар с частично охлажденным (20-25 °С) молочно-белковым сгустком, в потоке с помощью специального устройства или с помощью дозатора в упаковку продукта.

Для *розлива и упаковывания* жидких кисломолочных продуктов и напитков используют пакеты из комбинированных материалов («тетра-брик», «тетра-рекс», «пюр-пак»), пакеты из пленки (полиэтиленовой, полистироловой, Lean cover), пластиковые стаканчики и бутылки (из полиэтилена высокой плотности, полипропилена), стеклянную тару и др.

*Оценка качества* жидких кисломолочных продуктов и напитков проводится на соответствие требованиям нормативной и/или технической документации.

*Хранение.* Жидкие кисломолочные продукты и напитки на предприятиях хранят в холодильных камерах при температуре минус  $4\pm 2$  °С. Сроки годности продуктов устанавливает изготовитель.

### *Особенности технологии характерных представителей.*

*Простокваша.* Большинство видов простокваша (за исключением варенца, ряженки, биопростокваша, для которых допускается использование резервуарного способа) вырабатывают термостатным способом, поскольку традиционно простокваша должна иметь ненарушенный сгусток. Отличительными особенностями технологии варенца и ряженки является использование повышенных режимов тепловой обработки молока: для варенца – температура  $97\pm 2$  °С с выдержкой  $60\pm 20$  минут, или использование стерилизованного молока, для ряженки  $97\pm 2$  °С с выдержкой 3-4 часа, в результате которых продукты приобретают выраженный светло-кремовый цвет, характерный вкус и аромат (происходит образование меланоидинов, карбонильных и других промежуточных соединений реакции Майяра, высвобождение SH-групп и др.). При производстве ряженки в процессе топления молока происходит частичное испарение влаги, вызывающее увеличение концентрации составных частей, что следует учитывать при расчетах нормализации.

При производстве простокваша используют преимущественно закваски термофильных молочнокислых бактерий, состоящие из термофильного молочнокислого стрептококка (варенец, простокваша, ряженка), или симбиотических сочетаний термофильного стрептококка и болгарской палочки (мечниковская простокваша, йогурт), термофильного стрептококка и ацидофильной палочки (ацидофильная простокваша), могут использоваться лактококки.

*Йогурт* характеризуется повышенным содержанием сухих обезжиренных веществ молока (СОМО), вырабатывается как термостатным, так и резервуарным способом. Для повышения СОМО рецептурами предусматривается использование сухих молочных продуктов, выработка продукта из подсгущенной смеси. При производстве йогурта могут использоваться различные пищевкусовые продукты (сахар-песок, фруктово-ягодный, плодово-ягодный сиропы и др.), пищевые добавки (ароматизаторы,

подсластители, красители, стабилизаторы).

*Ацидофильные продукты и напитки.* Для их получения используется закваска, в состав которой входит ацидофильная палочка (образующая вязкие и невязкие сгустки), являющаяся представителем нормальной кишечной микрофлоры, обладающая высокой антагонистической активностью по отношению к гнилостной и патогенной микрофлоре, что обуславливает выраженные пробиотические свойства напитков. Ацидофильная палочка, образующая вязкие сгустки (слизистая раса) при невысокой кислотности, придает продуктам тягучую консистенцию и используется в сочетании с культурами ацидофильной палочки, образующими невязкий сгусток и являющимися активными кислотообразователями. Напиток «Московский» отличается повышенным содержанием сухих обезжиренных веществ молока. Состав закваски для ацидофилина представлен ацидофильной палочкой, лактококками и кефирной закваской в равных соотношениях, ацидофильно-дрожжевого молока – ацидофильной палочкой и молочными дрожжами, сбраживающими лактозу. Ацидофильные продукты и напитки могут вырабатываться термостатным и резервуарным способами, с использованием разнообразных наполнителей.

*Кефир* – кисломолочный продукт смешанного молочнокислого и спиртового брожения. Отличительной особенностью производства кефира является использование закваски, приготовленной на кефирных грибках (без добавления чистых культур молочнокислых бактерий и дрожжей в соответствии с ГОСТ Р 51917-2002). Для производства кефира большое значение имеет выбор температурных режимов сквашивания и биологического созревания, от которых зависит дальнейшее направление микробиологических процессов, определяющих интенсивность молочнокислого и спиртового брожения. В процессе сквашивания (20-25 °С, 8-12 ч.) в кефире накапливается, главным образом молочная кислота, и вследствие этого образуется сгусток. Обогащение кефира спиртом, углекислым газом, летучими кислотами, ароматическими веществами, придающими ему характерный вкус и аромат, происходит, в

основном, в период биологического созревания (14-16 °С, 9-13 ч.). Допускается направлять на розлив перемешанный и частично охлажденный сгусток с последующим созреванием и охлаждением упакованного кефира в холодильной камере [18, 19, 20].

### **Описание технологического процесса производства сметаны**

Приемка и подготовка сырья. Молоко принимают в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырое», ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое», ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Температура молока при приемке не должна превышать 10 °С. Перечень и периодичность контролируемых показателей сырого молока определяется в программе производственного контроля.

На консистенцию и свойства сметаны существенное влияние оказывает содержание в исходном сырье сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО). С увеличением СОМО в исходном молоке повышается стабильность и однородность эмульсии жира в сметане, увеличивается прочность сгустка, улучшается его влагоудерживающая способность, активизируется процесс сквашивания.

Основным сырьем при выработке сметаны являются сливки. Следует учитывать, что молочный жир является хорошим адсорбентом различных ароматических веществ, а продукты его окисления имеют очень низкий вкусовой порог. Процессы окисления молочного жира активизируются под действием кислорода воздуха, солнечного света, ионов некоторых металлов (железа, меди).

Сливки, полученные из молока с повышенной кислотностью, характеризуются пониженной термоустойчивостью. Применение высоких температур пастеризации может привести к появлению пороков консистенции в сметане: неоднородная, крупитчатая, жидкая, с отделением сыворотки. Готовый продукт будет иметь более низкую хранимоспособность.

Следует стремиться, как можно меньше подвергать сливки механическому

воздействию. Все факторы, способствующие разрушению жировых шариков (подсос воздуха при перекачивании, подсбивание при транспортировке, турбулентное движение при перекачивании и перемешивании), усиливают липолиз. Готовая сметана, выработанная из молока и сливок, в которых протекали липолитические процессы, приобретает пороки вкуса и запаха.

Нормализация. Оптимальной является жирность сливок, при которой нормализацию можно осуществить только за счет внесения закваски.

Пастеризация сливок. Цели пастеризации аналогичны таковым при производстве жидких кисломолочных продуктов и напитков. Выбор режима пастеризации осуществляют с учетом кислотности сливок и их термоустойчивости. Предпочтительнее использовать более жесткие режимы пастеризации:  $86 \pm 2$  °С с выдержкой от 2 до 10 минут или  $94 \pm 2$  °С с выдержкой до 20 секунд.

При повышенной температуре пастеризации уплотнение геля происходит за счет образования более жесткой пространственной структуры, которая, сдерживая перегруппировку коагулирующих частиц, уменьшает интенсивность его сжатия и отделения сыворотки. Сметана с высокотемпературной обработкой сливок отличается более высокой эффективной вязкостью, пластичностью, выраженными тиксотропными свойствами.

Пастеризация сливок должна быть однократной. Многократная термомеханическая обработка (двойная пастеризация, охлаждение, перекачивание насосами) ведет к усилению дестабилизации белка, уменьшению содержания СОМО в сливках и увеличению содержания в них свободного жира, что является одной из причин пороков вкуса и консистенции сметаны.

Гомогенизация сливок оказывает существенное влияние на качество сметаны. Температура и давление гомогенизации выбирают в зависимости от жирности сливок. Чем выше жирность сливок, тем ниже давление и температура гомогенизации: для сметаны 10-15 %-ной – 12-15 МПа, 17-22 %-ной – 9-12 МПа, 25-32 %-ной – 8-11 МПа, 34-40 %-ной – 7-10 МПа, температура гомогенизации – 60-70 °С или при температуре пастеризации. Давление гомогенизации снижают

при переработке сливок с пониженной термоустойчивостью. Рекомендуется использовать двухступенчатую гомогенизацию (для сливок с массовой долей жира 20-30 %). При этом повышается однородность и стабильность сливок (при двухступенчатой гомогенизации рассеиваются неустойчивые конгломераты жировых шариков, образующиеся после гомогенизации на 1-й ступени).

Последовательность проведения пастеризации и гомогенизации. Гомогенизацию проводят до пастеризации или при температуре пастеризации, так как это обеспечивает лучшие микробиологические показатели. В тоже время в отдельных случаях сливки целесообразнее гомогенизировать после пастеризации. В процессе гомогенизации снижается стабильность белковой фазы, поэтому последующая пастеризация может вызвать появление хлопьев белка в сливках с пониженной термоустойчивостью, что в последующем может привести к крупитчатой консистенции сметаны. Гомогенизация уменьшает количество свободного жира в сливках, содержание которого повышается при высоких режимах тепловой обработки. При этом для обеспечения требуемых микробиологических показателей сметаны следует усилить контроль за эффективностью санитарной обработки технологического оборудования.

Заквашивание и сквашивание сливок, фасование. При производстве сметаны используют закваски, состоящие из лактококков, лактококков и термофильных молочнокислых стрептококков. Температура сквашивания в зависимости от вида закваски составляет 28-34 °С. Возможно использование бакконцентратов и культур прямого внесения. Объемная доля производственной закваски устанавливается в зависимости от ее активности (около 5 %).

Сливки сквашивают до образования сгустка определенной кислотности: не менее 65 °Т – для сметаны с массовой долей жира 10-17 %, не менее 60 °Т – для сметаны с массовой долей жира 19-22 %, не менее 55 °Т – для сметаны с массовой долей жира 25-28 %, не менее 50 °Т – для сметаны с массовой долей жира 30-40 %. Длительность процесса сквашивания не должна превышать 10 часов. Для получения сметаны высокого качества желательно, чтобы появление выраженного кисломолочного вкуса совпало с завершением формирования

структуры сгустка. Ускорять процесс сквашивания путем повышения температуры нецелесообразно. Это может привести к образованию более грубой структуры сквашенных сливок, что снижает их тиксотропные свойства и может быть причиной выделения сыворотки из продукта.

При резервуарном способе производства по окончании сквашивания сливки перемешивают до получения однородной консистенции и направляют на фасование. Длительность перемешивания (зависит от объема резервуара, конструкции мешалки, вязкости сквашенных сливок) должна быть минимальна, так как структура сквашенных сливок в процессе механического воздействия быстро разрушается. Допускается охлаждение сквашенных сливок до температуры 16-18 °С перед фасованием. Сметану фасуют самотеком, с помощью насосов, оказывающих наименьшее воздействие на продукт (объемного типа), или вытесняют сжатым воздухом. Продолжительность фасования из одного резервуара не должна превышать 4-х часов. Излишнее механическое воздействие на сливки и сметану, насыщение их воздухом приводят к появлению окисленного привкуса и ухудшению консистенции (жидкая, крупитчатая, выделение сыворотки).

При термостатном способе производстве сметаны заквашенные сливки направляются на фасование, продолжительность розлива заквашенных сливок не должна превышать 2-х часов из одной емкости (для предупреждения образования хлопьев белка и появления пороков консистенции). Сквашивание осуществляется в термостатной камере.

Для упаковывания сметаны применяется различная потребительская тара (пакеты из комбинированных материалов, пакеты из пленки полиэтиленовой, полистироловой, пластиковые стаканчики и коробочки и др.).

Охлаждение и созревание сметаны происходит в упакованном виде в холодильной камере при температуре  $4 \pm 2$  °С с последующей выдержкой. Длительность охлаждения и созревания упакованной сметаны не должна превышать 12 часов. В процессе охлаждения и созревания развитие микрофлоры и биохимические процессы замедляются, в продукте накапливаются

ароматические вещества, сметана приобретает оптимальную кислотность, свойственную ей густую консистенцию, увеличивается ее вязкость. На консистенцию сметаны существенное влияние оказывает степень отвердевания молочного жира (оптимальная степень отвердевания – 45-50 %).

Оценка качества сметаны проводится аналогично жидким кисломолочным продуктам и напиткам (по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям). Общее содержание молочнокислых микроорганизмов на конец срока годности – не менее  $10^7$  КОЕ в 1 г продукта. Показатели химической, радиологической, микробиологической безопасности сметаны не должны превышать допустимые уровни, установленные Техническим регламентом на молоко и молочную продукцию.

Хранение. Сметану на предприятиях хранят в холодильных камерах при  $t$  минус  $4 \pm 2$  °С. Сроки годности продуктов устанавливает изготовитель.

Низкотемпературная обработка (физическое созревание) сливок перед сквашиванием предусматривает предварительное глубокое охлаждение пастеризованных сливок до температуры  $4 \pm 2$  °С перед сквашиванием и выдержку их при этой температуре в течение 1-2 часов. Цель физического созревания – перевести часть молочного жира в твердое состояние. В результате охлаждения сливок, по мере достижения температуры ниже точки отвердевания, происходит кристаллизация триглицеридов молочного жира. Чем глубже и быстрее протекает охлаждение, тем выше будет степень отвердевания жировой дисперсии сливок. При быстром и глубоком охлаждении создаются благоприятные условия для образования мелких смешанных кристаллов, состоящих из разноплавких групп глицеридов, что повышает сопротивляемость сметаны к разрушению при перемешивании. После физического созревания сливки подогревают до температуры сквашивания 24-26 °С. Подогрев следует осуществлять медленно теплой водой (температура греющей воды должна быть не более 32 °С), чтобы предупредить расплавление значительных количеств закристаллизованных триглицеридов.

Физическое созревание сливок проводится в целях повышения

механической прочности и стабильности пространственной структуры в процессе формирования сгустка. Оно позволяет улучшить структурно-механические свойства и консистенцию сметаны, ускорить процесс созревания сквашенных сливок (созревание сметаны) вследствие наличия в системе молочного жира многочисленных зародышей кристаллов, образовавшихся при физическом созревании сливок. Допускается выработка сметаны из негомогенизированных сливок, подвергнутых физическому созреванию (применяется при небольших объемах производства сметаны), а также проведение физического созревания сливок в дополнение к гомогенизации [18, 19, 20].

### **Подробное описание технологического процесса производства творога и особенности его выработки с учетом различного аппаратного оформления**

К *качеству молока* для получения творога предъявляются такие же требования, как и для всех кисломолочных продуктов. Наряду с ранее отмеченными факторами большое значение имеет содержание белка в молоке. При производстве творога получение более прочного сгустка при его последующей обработке способствует уменьшению образования белковой пыли, что повышает выход творога, ускоряет процесс выделения сыворотки в процессе обработки сгустка, предупреждает возможные пороки творога (излишне мажущую консистенцию, повышенную кислотность творога).

*Нормализация* молока (традиционный способ) проводится с учетом фактической массовой доли белка и коэффициента.

*Пастеризация* предназначена для уничтожения патогенной микрофлоры, создания благоприятных условий для развития заквасочных микроорганизмов, а также получения достаточно прочного сгустка, хорошо отделяющего сыворотку. Рекомендуемый режим пастеризации: температура  $78 \pm 2$  °C с выдержкой 15-20 с.

С увеличением температуры пастеризации повышается прочность сгустка, снижаются потери сухих веществ (белка, жира), но значительно ухудшается

процесс отделения сыворотки, что может привести к получению продукта, нестандартного по массовой доле влаги и кислотности. Повышенные температуры пастеризации применяются в технологических линиях, предусматривающих более эффективные способы обработки сгустка (например, линия Я9-ОПТ).

*Заквашивание и сквашивание.* При обычном (длительном) способе сквашивания используют закваску, состоящую из лактококков (для улучшения вкуса и аромата в состав закваски могут дополнительно включаться лейконостоки), температура сквашивания составляет  $30 \pm 2$  °С. При ускоренном способе сквашивания применяют симбиотическую закваску, содержащую лактококки и термофильные молочнокислые стрептококки в соотношении (1,5-2,5):1, температура сквашивания  $32 \pm 2$  °С. Объемная доля производственной закваски – 3-5 %. Могут использоваться бакконцентраты методом прямого внесения и DVS (DVI)- культуры.

При кислотном способе в молоко (нормализованную смесь) добавляется только закваска, при кислотном-сычужном способе кроме закваски вносятся хлористый кальций (400 г на 1000 кг в виде 40 %-го водного раствора) и молокосвертывающий ферментный препарат (1 г на 1000 кг в виде 1 %-го раствора). Кисотно-сычужный сгусток образуется быстрее по сравнению с кислотным, структура его более прочная, процессы синерезиса и обезвоживания происходят быстрее.

Сквашивание молока (нормализованной смеси) осуществляют до образования сгустка требуемой кислотности с учетом способа коагуляции, массовой доли жира в твороге, способа обезвоживания сгустка. Следует учитывать, что недостаточно сквашенный сгусток увеличивает потери (при обработке сгустка образуется много белковой пыли, отходящей в сыворотку), обработка сгустка с повышенной кислотностью приводит к получению творога с излишне кислым вкусом и мажущейся консистенцией.

*Обработка сгустка и отделение сыворотки* имеют свои особенности в зависимости от используемого оборудования. Для обезвоживания сгустка

используют самопрессование, прессование, обезвоживатели различного типа (барабанные, вакуумные и др.), ультрафильтрацию, сепарирование. При плохом отделении сыворотки производят подогрев сгустка. Важное значение имеет подбор оптимальных температур и параметров подогрева сгустка. Температура нагревания зависит от массовой доли жира в твороге, способа коагуляции при его получении, способа удаления сыворотки.

*Охлаждение творога* проводят, чтобы предотвратить дальнейшее повышение кислотности. Охлаждение может осуществляться различными способами: в холодильной камере (совмещение самопрессования в мешочках и охлаждения), в установках для прессования и охлаждения, с использованием охладителей различного типа.

Для *упаковывания* творога используют различную потребительскую тару (пергамент, фольгу алюминиевую кашированную, стаканчики и коробочки из комбинированных материалов и др.). Упакованный творог доохлаждают в холодильной камере до температуры  $4 \pm 2$  °С.

*Оценка качества* творога проводится на соответствие требованиям нормативной и/или технической документации.

*Хранение.* Творог на предприятиях хранят в холодильных камерах при температуре минус  $4 \pm 2$  °С. Сроки годности продуктов устанавливает изготовитель.

Для производства творога используют различные поточные механизированные линии: линии Я9-ОПТ (модернизированные), линии ОЛИТ-ПРО, линии Обрам, Альпма, линии с использованием для отделения сыворотки творожных сепараторов, ультрафильтрации и др [18, 19, 20].

*Производство творога на поточных механизированных линиях Я9-ОПТ (модернизированных).*

При производстве творога на линиях Я9-ОПТ используется кислотный способ коагуляции белков молока и ускорение синерезиса сгустка за счет его тепловой обработки. Процессы тепловой обработки и обезвоживания сгустка, охлаждения творога осуществляются в потоке. При выработке творога 9%-ной

жирности рекомендуется проводить гомогенизацию молока. Нормализованное по жиру молоко гомогенизируют под давлением 7-10 МПа при температуре 55-65 °С. Пастеризация нормализованного (обезжиренного молока) осуществляется при температуре  $78\pm 2$  °С,  $86\pm 2$  °С или  $90\pm 2$  °С с выдержкой 10-20 с. Использование гомогенизации и повышенного режима пастеризации молока позволяет снизить потери жира и белка в сыворотку и повысить выход творога (до 5 %) за счет более полной денатурации сывороточных белков. Молоко сквашивают до титруемой кислотности сгустка 70-95 °Т, после этого сгусток перемешивают в течение 2-5 мин. и направляют в специальный аппарат тепловой обработки сгустка (теплообменник типа «труба в трубе», имеющий секции подогрева, выдержки и охлаждения). Температура подогрева сгустка составляет 45-52 °С, температура охлаждения сгустка – 25-40 °С в зависимости от массовой доли жира в твороге. Обезвоживание сгустка производится во вращающемся двухцилиндровом обезвоживателе, обтянутом фильтрующей тканью (лавсаном). Регулирование содержания влаги в твороге осуществляется изменением угла наклона барабана обезвоживателя. К достоинствам линии относят: получение сгустка в закрытых емкостях (исключается повторное обсеменение); обработку сгустка в потоке с автоматически регулируемой степенью теплового воздействия; дистанционное регулирование содержания влаги в твороге; исключение ручных технологических операций; повышение производительности труда; безразборную циркуляционную мойку оборудования. Характеристика линии приведена в таблице 31, на рисунке 20.



Рисунок 20. Линия Я9-ОПТ (модернизированная)

Наряду с преимуществами поточно-механизированных линий Я9-ОПТ промышленная эксплуатация их выявила определенные недостатки в процессе выработки продукта, что повлекло за собой усовершенствование узлов и агрегатов, входящих в комплект линии.

Модернизация линии проводится в следующих направлениях: использование резервуаров ОСВ с повышенными санитарными характеристиками; применение обвязки резервуаров с элементами противосмешивания потоков; усовершенствование аппарата АТОС (исключение течей теплоносителей, уменьшение потребления пара на 7 %; сбор конденсата), отделителя сыворотки (уменьшение габаритов, автоматизация процесса, безразборная мойка, сбор сыворотки), центрального пульта управления (возможность управления пневмоклапанами, расположенными на линии подачи сгустка, производительностью пневмонасосов, управление на базе промышленного контролера). Возможна также замена резервуаров ОСВ на творогоизготовители; обезвоживателя творожного сгустка Я9-ОПТ – на отделитель сыворотки ОСБ-Олит-Про. Линия может дополняться охладителем творога барабанного типа (ОТ-1000-Олит-Про), что позволяет минимизировать механическое воздействие на продукт и получить творог традиционной консистенции, автоматом фасовки творога в полимерные стаканчики с запайкой, что увеличивает срок реализации продукта [22, 23, 24, 25, 26].

Таблица 31 – Оборудование для производства творога

Показатель	Линия			
	Я9-ОПТ-5	ОЛИТ-ПРО	Alpma	Obram
Базовый состав линии	<p>-резервуары для сквашивания молока Я1-ОСВ-5 (6,3 м<sup>3</sup>, 5 шт.);</p> <p>-насосная установка для подачи сгустка;</p> <p>-аппарат для тепловой обработки сгустка (ТОС);</p> <p>-обезвоживатель сгустка;</p> <p>-охладитель творога</p>	<p>-изготовитель творога ТИ (объемом 6000,10000 л, 2-3 шт.) вертикального исполнения с системой опорожнения, нагрева, автоматикой;</p> <p>-насос для откачки сыворотки и творожного зерна мембранного типа с элементами обвязки;</p> <p>-отделитель сыворотки барабанного типа ОСБТ с регулируемой производительностью;</p> <p>-отделитель сыворотки ленточного типа (стабилизатор параметров) ОСЛТ с регулируемой производительностью (стабилизация по влаге);</p> <p>-охладитель творога ОТ барабанного типа (температура творога на выходе 8-10 °С)</p>	<p>-Сыроизготовитель, 10 м<sup>3</sup>, 2 шт.;</p> <p>-мембранный насос;</p> <p>-насос откачки сыворотки;</p> <p>-дренажный барабан;</p> <p>-порционирующее устройство;</p> <p>-блок-формы;</p> <p>-штабели;</p> <p>штабелекантователь или</p> <p>-сыроизготовитель, 10 м<sup>3</sup>, 2 шт.;</p> <p>-мембранный насос;</p> <p>-насос откачки сыворотки;</p> <p>-дренажный барабан;</p> <p>-ремень</p>	<p>-котлы-коагуляторы, 10 м<sup>3</sup>, 2 шт.;</p> <p>- мембранный насос;</p> <p>-насос откачки сыворотки;</p> <p>-колонное формировочное устройство;</p> <p>-мульти-формы для творога;</p> <p>-пресс творога и прессующие крышки;</p> <p>-устройство для опорожнения форм от творога;</p> <p>-устройство для оборачивания мультиформ;</p> <p>-тележки (20 шт.)</p>
Длительность цикла выработки творога	16,3 (охл)	14,3 (охл)	15,8 (неохл) доохлаждение в камере	15,8 (неохл) доохлаждение в камере
Упаковка	-Брикет, фольга, 200-250 г	-PP-стаканчик, ванночка; -Flow pack; -брикет; -термоусадочная пленка	-термоусадочная пленка; -PP-ванночка;	-термоусадочная пленка -PP-ванночка;
Уровень механизации	80	95	60	70
Уровень автоматизации	55	75	50	65
Возможность подключения к СИР мойке	СИР (кроме охладителя)	СИР	СИР (коагуляторов)	СИР (коагуляторов, формировочного устройства)

Количество обслуживающего персонала	1	1-2	1-2	1-2
Расход нормализованной смеси, т на 1 т продукта (в зависимости от массовой доли жира в твороге)	7853-6613	6060-6900	6000-6900	6060-6900

*Производство творога на поточных механизированных линиях ОЛИТ-ПРО.*

При производстве творога на данной линии реализована традиционная технология производства творога. Используется кислотный способ коагуляции белков молока. Рекомендуется выработать творог с массовой долей жира до 12 %. Скваживание молока и обработка творожного сгустка (разрезка, подогрев или охлаждение, перемешивание сгустка) осуществляется в творогоизготовителях. Отделение сыворотки и доведение массовой доли влаги в твороге до требуемой производится на отделителе сыворотки «Оолит-ПРО», представляющего собой закрытую конструкцию с системой автоматизации технологического процесса и локальной системой санитарной обработки. Характеристика линии приведена в таблице 31, рисунок 21 [22, 23, 24, 25, 26].



Рисунок 21. Линия Олит-ПРО

Использование одношнекового охладителя творога позволяет получать традиционную консистенцию творога, двух-шнекового охладителя – «мажущуюся» консистенцию творога. К основным преимуществам линии относят: устойчивое качество готового продукта; сохранение традиционной структуры творожного зерна; отсутствие операции промежуточного охлаждения и частичного обезвоживания творога в холодильных камерах перед упаковкой; санитарное исполнение с минимизацией контакта продукта с внешней средой на всех этапах технологической цепочки; незначительные габариты линии; проектную привязку линии к условиям действующего производства. Возможна выработка творога кислотнo-сычужным способом с массовой долей жира 18 % при доукомплектации линии дополнительным оборудованием с последующим прессованием в холодильных камерах.

*Производство творога на линиях Обрам, Альпма.*

На данных линиях вырабатывается формованный творог. Форма творога может быть различной: в виде шайбы, клина или капли. Производительность линий – от 3 до 10 т/сут. Продукт, произведенный на этой линиях, при соответствующей упаковке может храниться без изменения вкусовых качеств до 20 суток (без использования консервантов).

Процесс сквашивания и первоначального отделения сыворотки происходит в закрытых котлах-коагуляторах при автоматическом поддержании температурных условий. Характеристика линий приведена в таблице 31.

На линии Обрам (рис. 22) после частичного удаления сыворотки в коагуляторе творожное зерно мембранным насосом перекачивается в прессо-формирующее устройство, в котором происходит отвод оставшейся сыворотки, порционирование творожного зерна по мультиформам и прессование. Далее мультиформы по конвейеру направляются в устройство для переворачивания, творог попадает на поддон и направляется для охлаждения в туннельный охладитель. Продукт упаковывают в термоусадочную пленку.

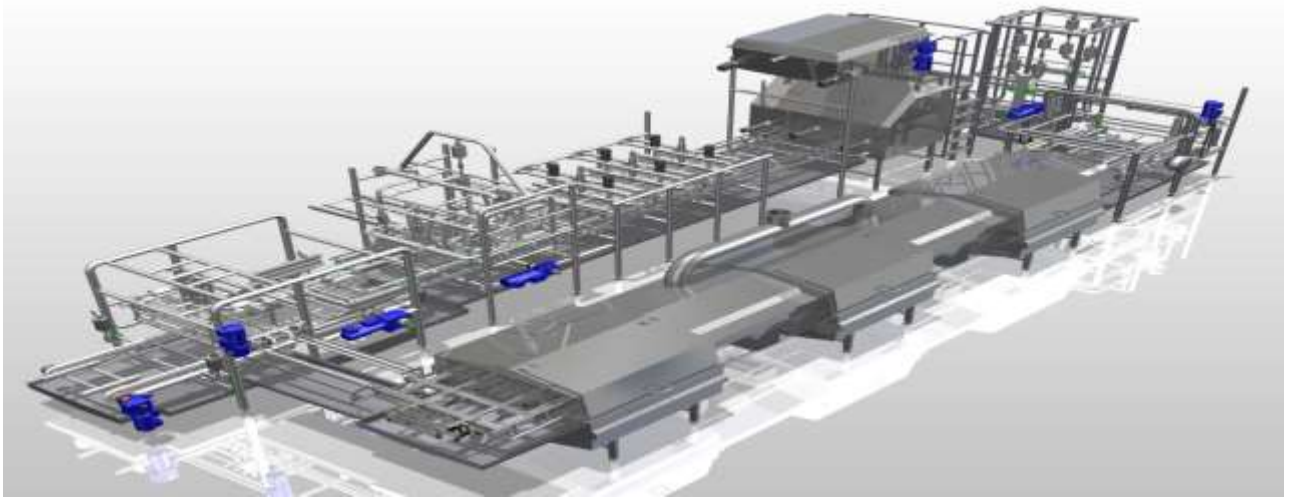


Рисунок 22. Линия Обрам

На линии Альпма розлив сгустка (порционирование) в блок-формы производится на полуавтоматической многофункциональной установке АФЕ. Установка включает два модуля: барабан для отвода сыворотки и перемещения обезвоженного зерна на направляющий желоб и сам желоб с наполнительной воронкой для распределения творожного зерна по блок-формам. При вращении барабана (имеет перфорированную поверхность) сыворотка стекает через щели, а зерно самотеком, не разбиваясь, поступает в формы, соединяющиеся между собой в блоки. Специальная конфигурация дна блок-формы обеспечивает боковой отток сыворотки, что предотвращает попадание стекающей сыворотки на формы нижнего ряда. Блок-формы складываются в штабеля (устанавливаются друг на друга). В процессе самопрессования штабель с блок-формами переворачивается, что обеспечивает равномерное формирование головок на всех уровнях штабеля. Сыворотка отделяется в несколько этапов: в котле, затем в колонноформирующем устройстве и непосредственно в форме. Технологические режимы производства творога приведены в таблице 32.

Готовый творог упаковывается под вакуумом в рукавный пакет или в термоусадочную пленку с использованием инертного газа, что способствует увеличению его срока годности.

Таблица 32 – Технологические режимы производства творога по схеме «Альпма»

Параметры	Значение
Пастеризация молока	75 °С, выдержка 15 с
Массовая доля жира в нормализованном молоке:	
для полужирного	0,9 %
при использовании пахты	0,85 %
для жирного творога	1,9 %
Температура сквашивания, °С	26-28
Закваски	СНН 19 фирмы Hansen и др. DVS
Время сквашивания, ч. не более	10
Режим обработки сгустка	Перемешивание через каждые 2-2,5 часа по 30 мин.
Температура нагревания, °С:	
-сгустка из пахты	37
-сгустка для жирного творога	35
-сгустка для полужирного творога	34
Порционирование (розлив) в формы	На установке АFE тактами по 20-25 с
Обезвоживание зерна в формах	Первое кантование через 50 мин. после розлива, второе кантование примерно через 30 мин. после первого
Охлаждение штабеля	После второго кантования в течение ночи в охлаждаемом помещении

Линия Альпма дает возможность получать творог, предназначенный для производства творожных продуктов. Установка АFE создана по модульному принципу. В этом случае к дренажному барабану вместо направляющего желоба для розлива сгустка в блок-формы крепится специальный дренажный конвейер (производительность 600-1000 кг творога в час). Конвейер (длина 7,2 м) оборудован гибкой перфорированной лентой (специальный прессующий ремень), на которой происходит дополнительное отделение сыворотки (методом непрерывного отжима сгустка), что позволяет добиться требуемой массовой доли влаги и консистенции продукта.

К достоинствам линий относят: высокую механизацию производственного процесса; минимальный контакт человека с продуктом; снижение производственных потерь (при формовании творожной головки); отсутствие механического воздействия на продукт, сохранение структуры продукта; увеличенный срок годности продукта. Следует отметить, что импортные линии производства творога Alpma, Obram требуют достаточно больших производственных площадей, при этом отсутствие поточного охлаждения продукта влечёт увеличение площади холодильных камер.

*Производство творога на линии А-ТЛ. Производится творог с различной*

массовой долей жира. Творог вырабатывается по традиционной технологии. Для получения сгустка используется кислотный или кислотно-сычужный способ коагуляции молока. Базовая комплектация линии приведена в таблице 33, рисунок 23 [27, 28, 29, 30, 31].

Таблица 33 – Комплектация линии А-ТЛ

Наименование	Варианты комплектации	
	А-ТЛ-3	А-ТЛ-6
Творогоизготовитель	РТ-3 – 2 шт.	РТ-6 – 2 шт.
Установка прессования и охлаждения творожного сгустка УТС-500	1 шт	2 шт
Роторный насос с подачей 10 м <sup>3</sup> /ч	1 шт.	1 шт.
Полуавтомат загрузочный АТЛ	1 шт.	2 шт.
Автомат фасовочный, производительностью от 12 до 25 упаковок в минуту	1 шт.	2 шт.
Объем переработки по сырью	12 000 кг/сут	24 000 кг/сут
Выход творога	1 800 кг/сут	3 600 кг/сут
Обслуживающий персонал	2 чел.	3 чел.

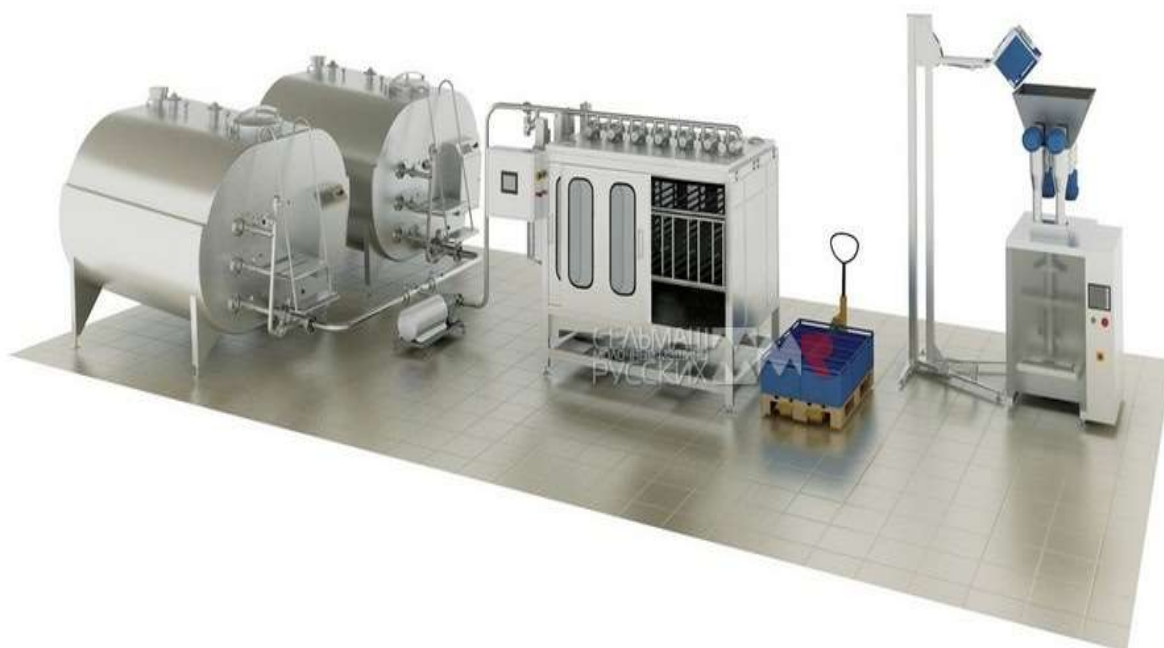


Рисунок 23. Автоматизированная линия производства творога закрытым способом АТЛ (Молочные машины Русских)

Сквашивание молока и обработка творожного сгустка (разрезка, подогрев или охлаждение, перемешивание сгустка) осуществляется в творогоизготовителях. Творожный сгусток из творогоизготовителя объемным насосом подается в установку УТС, при помощи дозатора за несколько циклов распределяется по фильтровальным элементам (мешкам). Количество циклов задается программой, исходя из качества и объема творожного сгустка. После заполнения мешков всем объемом происходит самопрессование творожного сгустка с самопроизвольным отделением сыворотки. Дальнейшее доведение влажности продукта до стандартных показателей производится путем циклического прессования с заданной программой временем выдержки под прессом. Охлаждение осуществляется одновременно с процессами самопрессования и прессования. После определения готовности творога мешки автоматически сбрасываются. Санитарная обработка установки происходит путем последовательной подачи моющих растворов по контурам мойки. Варианты потребительской упаковки для продукта: брикет (способ дозирования – объемный), полиэтиленовый пакет (способ дозирования – весовой), пластиковый контейнер (способ дозирования – весовой, объемный).

*Производство творога на поточных линиях с использованием для отделения сыворотки творожных сепараторов.*

В основе получения творога по данной технологии используется раздельный способ (позволяет снизить потери жира), для получения обезжиренного творога рекомендуется применять кислотно-сычужный способ коагуляции, обезвоживание сгустка осуществляется путем его сепарирования. Творог имеет однородную пастообразную консистенцию. Обезжиренное молоко пастеризуют при температуре  $86 \pm 2$  °С без выдержки или с выдержкой до 10 мин. или при  $90 \pm 2$  °С без выдержки или с выдержкой до 3 мин., сквашивают в резервуарах до  $pH=4,3-4,5$ . Сгусток перемешивают, подогревают до  $60 \pm 2$  °С, охлаждают до  $28 \pm 2$  °С и направляют на сепарирование. Допускается

производить подогрев сгустка до  $36\pm 2$  °С в течение 20-30 мин. путем подачи в межстенное пространство резервуара горячей воды или производить сепарирование сгустка без его подогрева. Сепарирование сгустка производится после его предварительного измельчения на сетчатом фильтре на сепараторах при использовании сопел с диаметром отверстий  $0,6\pm 0,2$  мм. Обезжиренный творог охлаждается до температуры  $14\pm 2$  °С и направляется в смеситель для смешивания со сливками.

*Производство творога на поточной линии с использованием ультрафильтрации для отделения сыворотки от сгустка.*

Технологический процесс производства творога включает следующие операции: заквашивание и сквашивание молока, получение творожного сгустка, тепловая обработка творожного сгустка, ультрафильтрация творожного сгустка, охлаждение творога, его фасование и упаковывание.

Основным элементом линии по производству творога является ультрафильтрационная установка на полимерных или керамических мембранах. Фильтрационный модуль состоит из одного или нескольких фильтрационных аппаратов. Фильтрационный модуль построен по принципу циркуляционной петли для создания режима фильтрации в поперечном потоке (тангенциальной фильтрации).

Перед скашиванием молоко пастеризуют при температуре 92-95 °С в течение 3-5 мин. Применение высокотемпературной пастеризации позволяет обеспечить требуемые микробиологические показатели продукта, повышает степень использования сухих веществ молока при производстве творога, снижает загрязнение мембран сывороточными белками. После пастеризации молоко охлаждают, вносят закваску и сквашивают до  $pH=4,5-4,6$ . После этого сгусток перемешивают и направляют на термизацию (выдержка при 55-60 °С, 3 мин). Процесс ультрафильтрации проводят при температуре 38 °С, фактор концентрирования составляет 2,5-2,9 раз по объёму. Данная технология позволяет повысить степень использования сухих веществ при производстве творога и увеличить выход творога (за счет повышенного содержания

сывороточных белков в твороге).

*Производство творога с предварительной ультрафильтрацией молока.*

Технологический процесс производства творога включает: предварительное концентрирование молока ультрафильтрацией, заквашивание и сквашивание молока, обработку сгустка и отделение сыворотки, охлаждение творога, его фасование и упаковывание.

Предварительное концентрирование молока при производстве творога (технология МКС-ПРО) позволяет повысить безотходность производства, минимизировать воздействие на экологию, способствует энергосбережению. К преимуществам данной технологии относят: сокращение расхода закваски; повышение выхода продукта с одного творогоизготовителя; независимость от сезонных колебаний белкового состава исходного молока; возможность использования пермеата для нормализации других смесей; уменьшение объема творогоизготовителей (резервуаров) для выработки продукции и соответственно площади, занимаемой творожным оборудованием; уменьшение объема творожной сыворотки; увеличение выхода творога (до 2 %) за счет уменьшения потерь жира и белка с сывороткой. Экономическая целесообразность – при объеме выработки творога не менее 1 т в сутки.

### **Основное оборудование, применяемое при производстве цельномолочных продуктов, с указанием технических характеристик**

Основное оборудование, применяемое при производстве питьевого молока и сливок, жидких кисломолочных продуктов и напитков, сметаны и творога приведено в таблице 34 [24, 32, 33, 34].

Таблица 34 – Основное оборудование, применяемое при производстве питьевого молока и сливок, жидких кисломолочных продуктов и напитков, сметаны и творога

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Технологические характеристики
Производство питьевого молока, жидких кисломолочных продуктов, сметаны		
Ёмкостное оборудование		

Резервуары ОСВ: ОСВ-1; ОСВ-2,5; ОСВ-4; ОСВ-6,3; ОСВ-10. (Протемол)	Производство кисломолочных продуктов, сметаны	
Резервуары для хранения молока ОМВ (ОМВ-4; ОМВ-6,3; ОМВ-10) ОМГ (ОМГ-4; ОМГ-6,3; ОМГ-10; ОМГ-25) (Протемол)	Резервирование молока	
Ванны пастеризации П8-БМО-500, П8- БМО-1000; емкости технологические П8- БМО-2000, П8-БМШ-2500; заквасочники ОЗУ-40; ОЗУ-0,35; ОЗУ-0,63 (ФГУП ЭЗ «МОЛМАШ») Ванны длительной пастеризации ВДП-П; ВДП-А; ванны сквашивания ВТ-1,25; ВТ- 2,50; емкости для низкотемпературной обработки молочных продуктов ВС; ВС-А; ВС-Б-1,0; ВС-Б-1,5; ВС-В; заквасочники ВЗ- П, ВЗ-Э (ОАО «Оскон»)	Тепловая (низкотемпературная) обработка смесей, продуктов	
Емкость длительной пастеризации для вязких продуктов ВДП-1ПВ; универсальные емкостные аппараты; заквасочники с ушатами ВЗ (ООО «Сельмаш. «Молочные Машины Русских»)		
Ванны пастеризационные (установки заква- сочные) ОЗУ-0,63 (ООО ПТФ «Экомаш»)		
Охладители пластинчатые для молока ООЛ- 3, ООЛ-5, 001-У10 (ООЛ-10); ООЛ-25; (ФГУП ЭЗ «МОЛМАШ»)	Охлаждение молока	
Охладители молока ОП; подогреватели молока ПП-1000М; (-3000М; -5000М; - 10000М);		
Пастеризационно-охладительные установки:  ОГУ (ОГУ-2,5; ОГУ-5; ОГУ-10; ОГУ-15) Предусмотрено подключение сепаратора- молокоочистителя и гомогенизатора (Протемол)  ОГМ (ОГМ-3; ОГМ-5; ОГМ-10; ОГМ-15; ОГМ-25) Предусмотрено подключение сепаратора- молокоочистителя, сепаратора- сливкоотделителя, деаэрационной установки, сепаратора-очистителя от бактерий и спор (Протемол) ОКЛ-3, ОКЛ -5, ОКЛ-10 (ФГУП ЭЗ «МОЛМАШ»); установки пастеризационно-охладительные для молока с потреблением пара ПОУ-П; установки пастеризационно-охладительные	Нагрев, пастеризация, выдержка, охлаждение молока    Нагрев, пастеризация, выдержка, охлаждение молока	Производитель- ность до 25000 л/ч; Хладоноситель – ледяная вода; Теплоноситель (первичный) – пар Производитель- ность до 30000 л/ч; Хладоноситель – ледяная вода; Теплоноситель (первичный) – пар

для молока с электронагревом ПОУ-500Э/4, ПОУ-1000Э/4, ПОУ-3000Э/4; пастеризационно-охладительные установки для молока и кисломолочных продуктов (комбинированные) (ОАО «Оскон»)		
Установки пластинчатые пастеризационно-охладительные с потреблением пара ПОУ-1000, (-3000, -5000, -10000); установки пластинчатые пастеризационно-охладительные с электронагревом ПОУ-1000, ПОУ-3000; установки пластинчатые пастеризационно-охладительные универсальные для получения белковых продуктов ПОУ – 3000 У, (-5000 У, -10000 У); установки пластинчатые пастеризационно-охладительные универсальные для кисломолочных продуктов ПОУ-3000 КУ, (-5000 КУ, -10000 КУ)(ООО «Сельмаш. «Молочные Машины Русских»)		
Электропастеризаторы с инфракрасным нагревом А1–ОПЭ; теплообменные аппараты серии ЕМ (ООО ПТФ «Экомаш»)		
Линии пастеризации, пастеризационно-охладительные установки, пластинчатые теплообменники (ООО«Воронежпродмаш»)		
ОГС (ОГС-1,25; ОГС-2,5; ОГС-3; ОГС-5) Предусмотрено подключение гомогенизатора (Протемол)	Пастеризация и охлаждение сливок	Производительность до 10000 л/ч; Хладоноситель – ледяная вода; Теплоноситель (первичный) – пар
Установки для ультрапастеризации (УВП) серии П8-ОСО; установка пастеризационно-охладительная трубчатая П8-ОПО-2,5(Комби), П8-ОПО-5(Комби), П8-ОПО-10(Комби); установка пастеризационно-охладительная трубчатая П8-ОПО-10К; установки теплообменные трубчатые П8-ОУП-2,5/1,5; (-5/2,5); установки теплообменные трубчатые П8-ОУП-2,5/1,5; (-5/2,5); электропастеризационно-охладительная установка трубчатая П8-ОПО-0,5М; П8-ОПО-2,5; охладитель творога П8-ОТВ-8 (теплообменник трубчатый П8-ОТВ-8.00.0000 для охлаждения творога в потоке) (ФГУП ЭЗ «МОЛМАШ»)		
Установки скребковые пастеризационные; установки скребковые охладительные; охладитель творожного сгустка (ОАО «Оскон»)		

Сепаратор-сливкоотделитель сепараторы-сливкоотделители Ж5-ПЛАВА-500, Ж5-ОСБ, Ж5-ОСЦП-1, Ж5-ОС2Т-3; сепараторы-сливкоотделители Ж5-ОСЦП-1С, Ж5-ОСЦП-3, Ж5-ПЛАВА-ОС-5, Ж5-ОС3-НС, Ж5-ОСЦП-10 (ОАО Плавский машиностроительный завод «Плава»); Самур-600, ОСРП-1,5, ОСЦП-1,5; сепараторы-сливкоотделители ОСЦП-3, ОСЦП-5, Г9-ОСП-5Н, ОСЦП-10, ОСЦП-15 (ЗАО «Сепаратор»)	Разделение цельного молока на сливки и обезжиренное молоко, нормализация их по содержанию жира, очистка от загрязнений и молочной слизи	
Сепаратор-бактофуга Ж5-ПЛАВА-ОБ-5 (ОАО Плавский машиностроительный завод «Плава»); ОСЦБ -2,5; ОСЦБ – 5; ОСЦБ -10 (ЗАО «Сепаратор»)	Удаление бактерий из молока с центробежной автоматической периодической выгрузкой осадка	
Сепараторы-молокоочистители Ж5-ПЛАВА-ОО-5 (-10, -15, -30); сепараторы для творога Ж5-ОДТ-1(ОАО Плавский машиностроительный завод «Плава»); ОП2Ц-5, ОП2Ц-10 (ЗАО «Сепаратор»)	Очистка подогретого и холодного молока от механических примесей	
Плунжерные гомогенизаторы высокого давления ОГ3М-0,5/20; ОГ3М-1,6/20; ОГ3М-2,5/20; ОГ3М-5,0/20; ОГ3М-10,0/20; плунжерные гомогенизаторы высокого давления К5 - ОГ2А - 250; К5 - ОГ2А - 500; К5 - ОГ2А - 1,25; А1 - ОГ2М - 2,5; А1-ОГ2М; К5 - ОГА – 10 (ООО ПТФ «Экомаш»)	Гомогенизация	
Гомогенизаторы, диспергаторы (ООО «Воронежпродмаш»)	Гомогенизация, диспергация смесей	
Гомогенизаторы высокого давления ГМ (ОАО «Некрасовский машиностроительный завод»)	Гомогенизация	
Диспергаторы П8-ОРД-1,5; П8-ОРД-10М, П8-ОРД-10М-02 (ФГУП ЭЗ «МОЛМАШ»)	Диспергация	
Диспергаторы (ООО «Славутич»)		
Автоматические фасовочные линии «ПАСТПАК Л»; «ПАСТПАК 2Л»; «ПАСТПАК 4Л»; «ПАСТПАК 6Л»; вертикальный упаковочный автомат для жидких и пастообразных продуктов «ПИТПАК Ж»; автоматы для фасовки жидких и пастообразных продуктов «ПАСТПАК 2Р»; «ПАСТПАК ВК» (ЗАО «Таурас-Феникс»)	Фасовка и упаковка жидкой и пастообразной молочной продукции	
Полуавтомат фасовочный АДНК 19У14;автомат разливочный АО-111; автомат фасовки АДНК 39 (универсальный) (ФГУП ЭЗ «МОЛМАШ»)		

Автоматы дозировочно-наполнительные АДНК 39 Д (двухрядный); АДНК 39 Д (трехрядный); АДНК 39 Д (четырёхрядный); АДНК 39 М; АДНК 39 Д (Пюр-Пак) (ООО «Профитэкс»)		
Автоматы розлива и упаковки жидких продуктов «ЗОНД-ПАК» модели 2201 (ООО НПП «Зонд-Пак»)		
Автомат розлива Я 1-ОПП-1 (ООО «Вия»)		
Автомат разливочный АО-111; автомат разливочный АО-112; автомат упаковочный АО-144 (ФГУП «Ижевский механический завод»)		
Фасовочно-упаковочные автоматы для жидких и пастообразных продуктов машина упаковочная SBi 260-Servo; машина упаковочная SBi 370 Business; автомат фасовочно-упаковочный SBI – 150f; автомат фасовочный карусельный РТ-АФК-2 (Холдинг «Русская трапеза»)		
Фасовочно-упакованные автоматы для жидких и пастообразных продуктов серии АТД (Компания «Теплоформ»)		
Автомат Альт А 2500; автоматическая линия «Альт-А Компакт-М»; дозатор для труднотекучих продуктов «Альт-А ТТ»; дозатор «Альт-АД» (ЗАО «Альт-А»)		
<a href="#">Роторно-пульсационные аппараты типа РПА</a>	Смешивание, диспергирование, перекачивание	
<b>Производство творога</b>		
<p>Линия производства творога ОЛИТ-ПРО (компания Протемол): Творогоизготовитель (ИТ)</p> <p>Насос для откачки сыворотки и творожного зерна мембранного типа</p> <p>Отделитель сыворотки барабанного типа ОСБТ-1000</p> <p>Отделитель сыворотки ленточного типа (стабилизатор параметров) ОСЛТ-1000</p> <p>Охладитель творога барабанного типа ОТ</p>	<p>Скваживание молока, Разрезка, термомеханическая обработка сгустка</p> <p>Удаление сыворотки и частичная подпрессовка творожного зерна</p> <p>Транспортировка и охлаждение творога</p>	<p>Емкостной теплообменный аппарат закрытого типа, 6000, 10000 л</p> <p>Производительность до 1000 кг/час (по творогу)</p> <p>Производительность до 1000 кг/час; Хладоноситель пропиленгликоль/рассол</p>
Линия Я9-ОПТ модернизированная (компания Протемол):		

Резервуары для сквашивания ОСВ Аппарат тепловой обработки сгустка АТОС Отделитель сыворотки	Подогрев, охлаждение сгустка	Производительность до 5000 кг/ч
Линия производства зерненного творога ОЛИТ-ПРО ЗЕРНО (компания Протемол): Творогоизготовитель Насос для откачки сыворотки Отделитель сыворотки Кример Автомат фасовки творога	Производство зерненного творога	
Линия производства творога методом ультрафильтрации (компания Протемол): Ультрафильтрационная установка Охладители творога Охладитель творога одношнековый ОТ-1000-Ш  Охладитель творога двухшнековый ОТ-1000-2Ш	Транспортировка и охлаждение творога  Транспортировка и охлаждение творога	Производительность 650-750 кг/ч; Хладагент – ледяная вода, расход – 12,0 м <sup>3</sup> /ч Производительность 780 кг/ч; Хладагент – ледяная вода, расход – 9,0 м <sup>3</sup> /ч
Сепаратор для творога Я9-ОТД (Протемол)	Обезвоживание творожного сгустка и получение творога с регулируемой влажностью и частичным охлаждением	Производительность 5000-6000 л/ч (по сквашенному молоку)
Автоматизированная линия производства творога закрытым способом АТЛ (Молочные машины Русских): Творогоизготовитель Установка прессования и охлаждения сгустка Роторный насос Полуавтомат загрузочный АТЛ	Производство творога	
Автоматы для фасовки творога М6-АР2Т; М6-АР2С (ОАО Завод имени В.А. Дегтярева)	Фасование и упаковывание творога	
Фасовочно-упаковочные автоматы ЛИНЕПАК ФА; Пастпак Р; ПИТПАК SMART в нержавеющей стали (ЗАО «Таурас-Феникс»)		
Автоматы для фасовки пастообразных продуктов серии АФМ (ООО «Вия»)		
Фасовочный автомат АДНК 36 (ООО «Профитэкс»)		

## **Подробное описание технологического процесса и основного оборудования при производстве масла методом ПВЖС**

*Описание технологического процесса производства масла методом ПВЖС [38].*

*Приемка молока.* Молоко принимают в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырое», ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое», ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Температура молока при приемке не должна превышать 10 °С. Перечень и периодичность контролируемых показателей сырого молока определяется в программе производственного контроля.

*Охлаждение и резервирование молока.* Принятое молоко охлаждают до температуры  $4\pm 2$  °С и резервируют не более 24 часов.

*Подогрев и сепарирование молока.* Перед сепарированием молоко подогревают до температуры  $45\pm 5$  °С. Массовая доля жира в сливках должна быть оптимальной для данного метода производства 30-35 %.

Эффективность сепарирования определяют по массовой доле жира в обезжиренном молоке, которая не должна превышать 0,05 %. Обезжиренное молоко – побочный продукт при производстве масла, является ценным вторичным молочным сырьем, благодаря высокому содержанию белка. Обезжиренное молоко на предприятиях молочной промышленности используется для нормализации, в производстве творога, сыра, кисломолочных продуктов, сгущенных и сухих концентратов.

*Охлаждение и резервирование сливок.* Сливки охлаждают до температуры  $4\pm 2$  °С и резервируют с целью обеспечения непрерывности последующих процессов.

*Пастеризация сливок.* Сливки пастеризуют при температуре от 85 °С до 115 °С. Температуру пастеризации сливок устанавливают с учетом их качества.

*Сепарирование сливок.* Сепарирование сливок производят с целью получения высокожирных сливок (ВЖС) в качестве промежуточного продукта при выработке масла данным методом. Температуру сепарирования устанавливают в диапазоне от 60 °С до 80 °С. Производительность сепаратора регулируют таким образом, чтобы массовая доля влаги в ВЖС была на 0,6-0,8% ниже требуемой в масле, а массовая доля жира в пахте не превышала 0,4 %.

*Нормализация ВЖС.* Нормализацию ВЖС проводят для получения стандартного по составу масла. Нормализация ведется по влаге, при необходимости – по СОМО. В качестве компонента нормализации используют пахту, обезжиренное молоко или сливки. При выработке масла с вкусовыми компонентами в ванну с ВЖС вносят после подготовки наполнители (какао-порошок, сахар и др.) согласно рецептуре.

*Преобразование ВЖС в масло.* Преобразование ВЖС в масло осуществляют посредством интенсивной термомеханической обработки их в маслообразователях различной конструкции с целью обращения фаз дисперсии прямого типа «масло в воде» в дисперсию обратного типа «вода в масле», являющуюся основой структуры сливочного масла. Режим работы маслообразователя устанавливают с учетом сезонных изменений молочного жира, модели аппарата, вида масла. В качестве хладагента в маслообразователях используют ледяную воду или рассол.

*Фасование и упаковка.* Масло, изготовленное методом ПВЖС, фасуют, как правило, в транспортную упаковку (ящики из картона, выстланные пергаментом). Конструкции современных маслообразователей позволяют проводить прямую фасовку масла в потребительскую упаковку, что значительно сокращает затраты труда и энергии, положительно влияет на качество масла.

Для потребительской упаковки используют кашированную алюминиевую фольгу, полимерные пленки, пергамент, коробочки и стаканчики из полимерных материалов и др. Для транспортной упаковки используют ящики из картона.

*Хранение масла.* Масло сливочное на предприятиях хранят в холодильных камерах при температуре минус  $3 \pm 0,5$  °С и относительной влажности воздуха от 80

до 90 %. Сроки годности масла устанавливает изготовитель.

Основное оборудование при производстве сливочного масла методом ПВЖС представлено в таблице 39.

Таблица 39 – Основное оборудование при производстве сливочного масла методом ПВЖС

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Основные технические характеристики
Насос, счетчик	Перекачивание и учет объема молока	10-25 м <sup>3</sup> /ч
Фильтр	Механическая очистка молока	-
Охладитель пластинчатый	Охлаждение молока	10-25 м <sup>3</sup> /ч
Емкость с изоляцией	Временное резервирование молока	10-50 м <sup>3</sup>
Подогреватель пластинчатый	Подогрев молока	10-25 м <sup>3</sup> /ч
Сепаратор-сливкоотделитель	Очистка и сепарирование молока	10-25 м <sup>3</sup> /ч
Охладитель пластинчатый	Охлаждение сливок	3-5 м <sup>3</sup> /ч
Емкость с изоляцией	Резервирование сливок	4-10 м <sup>3</sup>
Пастеризационно-охладительная установка для сливок	Пастеризация и охлаждение сливок	3-5 м <sup>3</sup> /ч
Сепаратор для ВЖС	Сепарирование сливок	500 кг/ч
Нормализационная ванна	Нормализация ВЖС	0,6-1 м <sup>3</sup>
Маслообразователь	Получение масла	300-1000 кг/ч

*Характеристика основного оборудования для производства сливочного масла методом ПВЖС.*

*Пастеризационно-охладительные установки для сливок.* На большинстве предприятий для пастеризации сливок установлены трубчатые установки, потребляющие большое количество пара. Так для пастеризации сливок на ПОУ производительностью 2,5 м<sup>3</sup>/ч при температуре 85-95 °С, расход пара составляет 390 кг/ч [32].

Для обеспечения энергоэффективности для тепловой обработки сливок целесообразно использовать пластинчатые пастеризационно-охладительные установки (ПОУ) комбинированные автоматизированные, предназначенные для пастеризации и охлаждения сливок в непрерывном закрытом потоке при автоматическом контроле и регулировании технологического процесса.

Теплоносителем является горячая вода, нагревая паром, хладоносителем – ледяная вода. Качественный показатель энергоэффективности – коэффициент регенерации тепла в ПОУ. В установках компании «Протемол» обеспечивается регенерация тепла от 85 до 92 % (таблица 40).

Таблица 40 – Характеристика пластинчатых ПОУ для тепловой обработки сливок компании Протемол [33]

Наименование характеристики	ОГС-1,25	ОГС-2,5	ОГС-3	ОГС-5
Производительность, л/ч	1250	2500	3000	5000
Температура пастеризации, °С	90-105			
Расход пара, кг/ч	100	150	210	400
Температура охлаждения сливок, °С	6-12			
Кратность ледяной воды	До 3,33			

Таким образом, при пастеризации сливок на пластинчатой ПОУ расходуется пара в 2,5 раза меньше, чем на трубчатой той же производительности.

Потребление пара и холода при различных коэффициентах регенерации в ПОУ показано в таблице 41.

Таблица 41 – Потребление пара и холода при различных коэффициентах регенерации в ПОУ [33]

Показатель	Коэффициент регенерации		
	92	82	72
Расход пара в режиме пастеризации (максимальное потребление), кг/ч	228	304	476
Холодопотребление, кВт/ч	120	163	173

Примечание: Замеры расходов осуществлялись на ПОУ 10 м<sup>3</sup>/ч.

При работе ПОУ марки ОГМ-10 с коэффициентом регенерации 92 % годовая сумма прибыли составит более 1,5 млн. руб. На энергоэффективность ПОУ влияет и уровень автоматизации. Инновационные программные разработки позволяют уменьшить расход энергоресурсов [33].

Для пастеризации сливок рекомендуются также скребковые теплообменные установки (рис. 25). Они состоят из трубчатых теплообменных колонок, системы подготовки горячей воды (пластинчатый теплообменник,

конвекционный бак, насос для горячей воды), выдерживателя, системы контроля и автоматического регулирования технологических процессов обработки продукта. Скребки, установленные внутри теплообменника, предотвращают налипание продукта к теплоотдающим поверхностям и увеличивают теплообмен.



Рисунок 25. Установка скребковая пастеризационная компании «ОСКОН»

Технические характеристики скребковых теплообменников компании «ОСКОН» приведены в таблице 42.

Таблица 42 – Технические характеристики скребковых теплообменников компании «ОСКОН» [39]

Производительность, л/час	1000	1500
Расход пара, кг/час	50	80
Давление пара, МПа	0,4	0,4
Температура горячей воды, °С	92-98	92-98
Давление горячей воды, МПа	0,2-0,3	0,2-0,3
Установленная мощность электрооборудования, кВт	12	15

*Маслообразователи и линии по производству масла методом ПВЖС.* Для осуществления процесса преобразования высокожирных сливок в масло на заводах эксплуатируются маслообразователи различных конструкций.

На большинстве маслодельных заводов установлены отечественные линии П8-ОЛФ. Техническое несовершенство этих линий проявляется в

использовании трубчатых пастеризаторов, низкой автоматизации процесса, в использовании негерметичных сепараторов для ВЖС (открытое движение горячих сливок по лоткам), отсутствие возможности фасовки в потребительскую упаковку в процессе выработки и др.

Первые автоматизированные линии по производству сливочного масла методом ПВЖС были смонтированы только в 2013 и 2014 гг. В рамках модернизации линий ПВЖС машиностроительными компаниями проведен значительный объем работ:

- разработаны новые пластинчатые маслообразователи – ОМО (компания «Протемол», 2014 г.); РЗ-ОУА-3М (ОНО «Молмаш», 2014 г.). Выпускаются новые трубчатые скребковые аппараты компании «Тетра-Отич» (Украина). В поставляемых линиях реализован режим прямой фасовки в бункер. Отработана реализация прямой фасовки под клапан на автоматах компании «Бенхил» (компания «Протемол», 2015 г.);
- изготовлен и эксплуатируется более трех лет российский саморазгружающийся сепаратор для высокожирных сливок Ж5-ОВС-5 (ЗАО «Плава»);
- эксплуатируются две линии, автоматизированные на базе процессора Siemens (компания «Протемол», 2014 г.).

Процесс модернизации линии показал при учете всех плюсов и минусов двух методов производства масла, что полноценная автоматизированная фасовка в брикеты возможна только на линиях ПВЖС [37].

*Линия ОЛМАС – ПРО (компания Протемол).* Комплектация линии реализует законченный цикл и полную автоматизацию технологического процесса от подачи сливок до фасовки готового продукта. Управление осуществляется контроллером SIMATIC фирмы Siemens.

Маслообразователь второго поколения, включенный в состав линии, имеет улучшенную конструкцию пластин. В пакете реализован управляемый режим «турбулентности сервисных сред». Заготовки пластин изготавливаются способом гидрорезки, исключая возникновение напряжений металла, сварка осуществляется на специальных стендах. Скребки изготовлены из

сверхпрочного полимера. Используется резина с улучшенными качественными показателями. Ресурс узлов увеличен в два раза в сравнении с ранее выпускаемыми и аналогами. Маслообразователь оборудован системой регенерации, автоматизирован и оснащен системой автоматического отогрева (защита от скачков или кратковременного отключения электроэнергии). Для комплектации линии используются полугерметичные сепараторы для высокожирных сливок с центробежной выгрузкой осадка отечественного производства ЗАО «Плава». Технические характеристики базового комплекта линии ОЛМАС – ПРО представлены в таблице 43.

Таблица 43 – Технические характеристики базового комплекта линии ОЛМАС – ПРО

Параметр	Характеристика
Производительность по продукту, кг/час	1000
Метод производства	Преобразование высокожирных сливок
Температура охлаждения, °С	15-10
Длительность цикла выработки масла, час	8
Расход холода за цикл, кВт	до 320
Расход пара за цикл, кг	до 920
Габаритные размеры, мм	12000×18000×4800

*Маслообразователи марки ТБФ компании Тетра-Отич.*

Маслообразователи компании Тетра-Отич (рис. 26) получили широкое применение в маслодельной отрасли промышленности. Они отвечают современным требованиям, предъявляемым к функциональным свойствам, надежности оборудования и качеству получаемого продукта [40].



Рисунок 26. Маслообразователь ТБФ-2.03

Выпускаются комплектные маслодельные линии и отдельные единицы оборудования производительностью от 150 до 3000 кг/ч. В состав линии входят: различные резервуары, отличающиеся по функциональному назначению;

пастеризаторы скребкового типа; центробежные и плунжерные насосы; маслообразователи и пр. Линии производства сливочного масла имеют оригинальную технологическую концепцию, согласованную с общими требованиями к технологии, и отличаются рядом усовершенствований организации процесса.

Качество получаемого продукта определяется комплексом технологических параметров, соблюдение которых обеспечивается применением современных средств автоматизации. Наиболее ответственный элемент маслодельных линий – маслообразователь, от работы которого зачастую зависит качество получаемого продукта.

Основная отличительная особенность маслообразователей ТВФ – организация технологического процесса преобразования высокожирных сливок (либо эмульсии при получении спредов). Именно эта особенность позволяет получать качественное сливочное масло и спреды.

Маслообразователи марки ТВФ состоят из трех функциональных узлов: охладителя, диспергатора и обработника. Для правильного выбора технологических режимов работы маслообразователя необходимо знать принципы организации технологического процесса при получении масла и спредов в данном аппарате.

При производстве сливочного масла процесс преобразования высокожирных сливок в маслообразователе осуществляется в три стадии:

- охлаждения высокожирных сливок;
- преобразования фаз дисперсной системы высокожирных сливок;
- формирования первичной структуры сливочного масла.

Стадия охлаждения высокожирных сливок реализуется в секции охлаждения маслообразователя, которая состоит из первых теплообменных цилиндров маслообразователя, расположенных до диспергатора (например для маслообразователя ТВФ производительностью 1000 кг/ч это первые два цилиндра, 2000 кг/ч – первые 4 цилиндра, 3000 кг/ч – первые 6 цилиндров).

Высокожирные сливки, представляющие собой сложную дисперсную

систему с диспергированной жировой фазой и непрерывной водной средой, подаются в секцию охлаждения маслообразователя плунжерным насосом.

Технологическая задача первой стадии процесса – подготовка высокожирных сливок к последующему обращению фаз дисперсной системы, т.е. создание необходимых условий для последующего образования дисперсии обратного типа «вода в жире». Для этого высокожирные сливки охлаждаются до  $15\pm 2$  °С при сохранении дисперсного состояния жировой фазы продукта, т.е. сохранения целостности жировых шариков в высокожирных сливках. Данный параметр уточняется по результатам исследования качества готового продукта предыдущих выработок и показаний нагрузки двигателя диспергатора.

При охлаждении высокожирных сливок происходят следующие процессы:

- кристаллизуется высокоплавкая группа глицеридов молочного жира по периферии жирового шарика. Часть жира (легкоплавкие глицериды) остается в жидком состоянии внутри жировой глобулы. Эта особенность может быть использована для регулирования пластичности и термоустойчивости готового продукта (повышение механического воздействия увеличивает количество свободного жира и улучшает пластичность готового продукта, но уменьшает его термоустойчивость);
- изменяются свойства оболочки жирового шарика и уменьшается ее эластичность;
- закристаллизовавшийся жир создает внутреннее давление на оболочку жирового шарика и способствует ее разрушению;
- достигается определенное соотношение твердого и жидкого жира в высокожирных сливках.

Это необходимо для того, чтобы увеличить вязкость жира при последующем обращении фаз. Если вязкость продукта после обращения дисперсной фазы и дисперсионной среды (в этом случае жировая фаза будет непрерывной) будет низкой, устойчивость такой системы будет недостаточной для сохранения влаги в дисперсном состоянии и произойдет расслоение продукта на жировую и водную фазы. В результате изменений агрегатного

состояния молочного жира и свойств оболочки жирового шарика происходит уменьшение устойчивости дисперсной системы высокожирных сливок.

Стадия преобразования фаз высокожирных сливок осуществляется в диспергаторе маслообразователя. Диспергатор – устройство роторного типа с дисковой мешалкой, вращающейся со скоростью 3000 об/мин и подвергающей продукт кратковременной интенсивной механической обработке.

Технологическая задача второй стадии процесса – обращение фаз в дисперсной системе высокожирных сливок и получение дисперсии обратного типа «вода в жире». Под воздействием интенсивной механической обработки в диспергаторе происходят следующие процессы:

- разрушаются жировые шарики и высвобождается заключенный внутри них жидкий жир;
- в жире диспергируется водная фаза высокожирных сливок и образуется эмульсия обратного типа «вода в жире».

Стойкость полученной дисперсии зависит от вязкости дисперсионной среды (жировой фазы). С увеличением вязкости жировой фазы увеличивается стойкость дисперсной системы и лучше сохраняется достигнутая степень дисперсности влаги. Индикатором необходимой вязкости продукта являются показания амперметра двигателя диспергатора. Показания амперметра, расположенного на пульте маслообразователя, должны составлять  $10 \pm 1$  А. Нагрузка на двигатель (и показания амперметра) регулируется температурой охлаждения продукта на первой стадии процесса.

Стадия формирования первичной структуры сливочного масла реализуется в обработнике маслообразователя. Обработник маслообразователя состоит из теплообменных цилиндров, расположенных после диспергатора (например, для маслообразователя ТВФ производительностью 1000 кг/ч это третий цилиндр, 2000 кг/ч – пятый и шестой цилиндры, 3000 кг/ч – седьмой и восьмой цилиндры).

Технологическая задача первой стадии процесса – оптимальная термомеханическая обработка продукта (охлаждение с одновременной

механической обработкой), обеспечивающая получение в дальнейшем готового продукта с необходимыми реологическими свойствами. В сливочном масле на выходе из маслообразователя образуется «первичная» структура, на основе которой формируется твердо-пластичная структура готового продукта в статических условиях при холодильном хранении.

В обработнике маслообразователя происходят следующие процессы:

- дальнейшая групповая кристаллизация глицеридов с образованием кристаллоагрегатов, инициированных на первой стадии процесса;
- образование новых кристаллоагрегатов. Инициированию образования новых кристаллов способствует интенсивное перемешивание продукта (механическая обработка). Чем больше интенсивность механической обработки продукта, тем больше возникает новых центров кристаллизации, за счет чего формируется мелкозернистая кристаллическая структура продукта. Это способствует улучшению пластичности продукта;
- после выхода из маслообразователя жир кристаллизуется в состоянии покоя. При этом между кристаллами жира возникают коллоидные связи и новые кристаллические образования.

Из практики известно, что повышение интенсивности механической обработки продукта способствует улучшению его пластичности, но снижает прочностные характеристики (твердость, термоустойчивость и пр.).

Недостаточная механическая обработка приводит к образованию таких пороков, как крошливость, слоистость и пр. Поэтому интенсивность механической обработки должна регулироваться на основе результатов исследования качества масла предыдущих выработок. Регулируют интенсивность механической обработки изменением частоты вращения ротора (мешалки) внутри теплообменного цилиндра обработчика с помощью частотного регулятора. На третьей стадии процесса контролируются температура охлаждения продукта и интенсивность механической обработки.

Показателем правильности выбора технологических параметров является внешний вид получаемого продукта, который должен иметь блестящую

поверхность и вязко-текучую консистенцию (при расфасовке в ящик должна образовываться покатая волнообразная горка). Рекомендуемая температура охлаждения продукта при этом составляет  $18\pm 2$  °С, а частота вращения ротора – 300 об/мин. Рекомендуемые режимы работы маслообразователей серии ТВФ при выработке сливочного масла приведены в таблице 44.

Таблица 44 – Рекомендуемые режимы работы маслообразователей серии ТВФ при выработке сливочного масла

Тип масло-образователя	Массовая доля влаги в масле, %	Производительность аппарата, кг/ч, не менее	Температура, °С		
			ВЖ сливок	масла после секции охлаждения	масла на выходе
ТВФ-2.03	16	1000	55±5	15±2	18±2
	25	800	55±5	15±2	18±2
	35	700	55±5	15±2	18±2
ТВФ-2.06	16	2000	55±5	15±2	18±2
	25	1800	55±5	15±2	18±2
	35	1400	55±5	15±2	18±2
ТВФ-2.08	16	3000	55±5	15±2	18±2
	25	2800	55±5	15±2	18±2
	35	2400	55±5	15 ±2	18±2

**Подробное описание технологического процесса и основного оборудования для производстве масла методом сбивания сливок в маслоизготовителях непрерывного действия [41]**

*Приемка молока.* Молоко принимают в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырое», ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое», ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Температура молока при приемке не должна превышать 10 °С. Перечень и периодичность контролируемых показателей сырого молока определяется в программе производственного контроля.

*Охлаждение и резервирование молока.* Принятое молоко охлаждают до температуры  $4\pm 2$  °С и резервируют не более 24 часов.

*Подогрев и сепарирование молока.* Перед сепарированием молоко подогревают до температуры  $45\pm 5$  °С. Массовая доля жира в сливках должна

соответствовать оптимальной для работы используемого маслоизготовителя (36-55 %).

Эффективность сепарирования определяют по массовой доле жира в обезжиренном молоке, которая не должна превышать 0,05 %. Обезжиренное молоко – побочный продукт при производстве масла, является ценным вторичным молочным сырьем, благодаря высокому содержанию белка. Обезжиренное молоко на предприятиях молочной промышленности используется для нормализации, в производстве творога, сыра, кисломолочных продуктов, сгущенных и сухих концентратов.

*Охлаждение и резервирование сливок.* Сливки охлаждают до температуры  $4 \pm 2$  °С и резервируют с целью обеспечения непрерывности последующих процессов.

*Пастеризация сливок.* Сливки пастеризуют при температуре от 85 °С до 115 °С. Температуру пастеризации сливок устанавливают с учетом их качества.

*Охлаждение и физическое созревание сливок.* Сливки после пастеризации охлаждают и направляют на физическое созревание. Физическое созревание – это выдерживание сливок при низкой положительной температуре, необходимое для частичного отвердевания триглицеридов молочного жира и обеспечения возможности образования масляного зерна при последующем их сбивании. Степень отвердевания зависит от температуры охлаждения сливок (от 4 °С до 14 °С в зависимости от времени года и вида масла) и продолжительности выдержки (от 5 до 14 часов). Оптимальная степень отвердевания молочного жира – 30-35 %.

*Сбивание сливок.* Сущность процесса заключается в агрегации содержащихся в сливках жировых шариков и образовании масляного зерна при интенсивном механическом воздействии. Выбор температуры сбивания (от 7 °С до 16 °С) зависит от вида масла, времени года, степени отвердевания молочного жира. Процесс сбивания регулируют так, чтобы получить достаточно упругое масляное зерно, а пахта должна легко отделялась от зерна. Массовая доля жира в пахте не должна превышать 0,7 %.

*Сбор и охлаждение пахты.* Пахта – вторичное молочное сырье с высокой биологической ценностью. На предприятиях маслодельной отрасли организуется полный сбор пахты, охлаждение до температуры  $4\pm 2$  °С для обеспечения ее дальнейшей переработки. Пахта используется для нормализации, для производства творога, свежих и кисломолочных напитков. Ассортимент продуктов из пахты насчитывает более 100 наименований.

*Обработка масляного зерна и пласта масла.* Обработка масляного зерна заключается в спрессовывании его в монолит и пластификации последнего с удалением из него воздуха и равномерным распределением влаги в пласте масла. Процесс обработки осуществляется в обработнике маслоизготовителя непрерывного действия. Нормализация масла по влаге осуществляется с помощью насоса-дозатора.

*Фасование и упаковка масла.* Масло, изготовленное методом сбивания в маслоизготовителях непрерывного действия, фасуют в потребительскую и транспортную упаковку. Для потребительской упаковки используют кашированную алюминиевую фольгу, полимерные пленки, пергамент, коробочки и стаканчики из полимерных материалов и др. Для транспортной упаковки используют ящики из картона.

*Хранение масла.* Масло сливочное на предприятиях хранят в холодильных камерах при температуре минус  $3\pm$  °С и относительной влажности воздуха от 80 до 90 %.

Основное оборудование для производства сливочного масла методом сбивания сливок в маслоизготовителях непрерывного действия приведено в таблице 46.

Таблица 46 – Основное оборудование для производства сливочного масла методом сбивания сливок в маслоизготовителях непрерывного действия

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Основные технические характеристики
Насос, счетчик	Перекачивание и учет объема молока	10-50м <sup>3</sup> /ч
Фильтр	Механическая очистка	-

	молока	
Охладитель пластинчатый	Охлаждение молока	10-25м <sup>3</sup> /ч
Емкость с изоляцией	Временное резервирование молока	10-50м <sup>3</sup>
Подогреватель пластинчатый	Подогрев молока	5-25м <sup>3</sup> /ч
Сепаратор	Сепарирование молока, получение сливок	5-25м <sup>3</sup> /ч
Охладитель пластинчатый	Охлаждение сливок	3-5м <sup>3</sup> /ч
Емкость с изоляцией	Резервирование сливок	4-10 м <sup>3</sup> /ч
Пастеризационно охлаждающая установка	Пастеризация и охлаждение сливок	2,5-3 м <sup>3</sup> /ч
Емкость с охлаждающей рубашкой	Физическое созревание сливок (5-6 ч)	4-10 м <sup>3</sup>
Маслоизготовитель	Сбивание сливок, получение и обработка масляного зерна и пласта масла	300-2000 кг/ч

*Характеристика основного оборудования при выработке сливочного масла методом сбивания.*

*Маслоизготовители непрерывного действия.* Целесообразность производства масла методом непрерывного сбивания обоснована при наличии больших объемов переработки молока-сырья. Опыт промышленной эксплуатации таких линий показал, что на них возможно получение высококачественного сливочного масла с массовой долей жира более 75 %.

На большинстве предприятий (в основном на заводах масла и СОМ) в 70-80-х годах XX в. были установлены импортные маслоизготовители непрерывного действия (производство ГДР и ЧССР), которые эксплуатируются и в настоящее время.

В настоящее время на рынке оборудования также предлагаются, в основном, маслоизготовители непрерывного действия импортного производства.

Производство отечественного оборудования для производства масла методом непрерывного сбивания было освоено в 1974 году Черкасским машиностроительным заводом (линия А1-ОЛО-1 производительностью 1000 кг масла в час). В 1989 году был создан высокопроизводительный комплекс А1-ОЛО-3 производительностью 3000 кг масла в час, который не был доведен до

серийного производства. По техническому уровню комплексы А1-ОЛО-1 и А1-ОЛО-3 не хуже зарубежных, но уступают им по качеству исполнения.

Маслоизготовитель компании Peter Binder GmbH (рис. 28) [4].



Рисунок 28. Маслоизготовитель компании Peter Binder GmbH

Конструкция:

- рама из нержавеющей стали с регулируемыми колесами и ножками;
- маслоизготовитель имеет блочную конструкцию, каждый механический элемент легко подгоняется в общую схему, при этом собираются они независимо друг от друга;
- данная концепция позволяет обеспечить особую прочность конструкции, значительно сокращая вибрацию;
- основные компоненты выполнены из нержавеющей стали;
- части конструкции легко разбираются при необходимости;
- данный тип машины оснащен независимыми двигателями, управляемыми частотными преобразователями, что дает возможность устанавливать различную скорость на каждом участке.

*Секция сбивания масла* включает горизонтальный цилиндр и било:

- цилиндр в его широкой части охлаждается;
- расстояние между цилиндром и билем всего несколько миллиметров;
- сливки поступают с тыльной стороны цилиндра;
- под действием била сливки превращаются в масляное зерно и пахту.

### *Сепарация:*

- секция сепарации состоит из горизонтального вращающегося цилиндра;
- принципиально секция делится на 2 части: секция пост-сбивания и секция дренирования;
- в секции пост-сбивания мелкие масляные зерна агломерируются в более крупные зерна, прежде чем пахта попадает в секцию дренирования.

*Рабочая секция 1* включает шнеки для транспортировки масла и рабочие элементы. В данной секции из масла удаляется пахта, перед добавлением воды и соли.

Рабочая секция состоит из:

- удлиненной секции сепарации пахты с охлаждающей рубашкой и танком для сепарации масла;
- блока для сжатия масла с целью получить масло с низким содержанием начальной влаги без пахты;
- вакуумной камеры с фитингом для дозирования добавок;
- вакуумного насоса;
- дозирующей форсунки для равномерного распределения влаги.

*Вакуумная камера.* Во время прохождения масляного зерна через перфорированные пластины рабочей секции 1 происходит образование однородных масляных пластов. Этот процесс происходит в условиях вакуума в камере, соединяющей 2 рабочие секции. Это позволяет достигать низкого содержания воздуха в масле, что улучшает вид масла и продлевает его срок годности.

*Рабочая секция 2* включает два вращающихся относительно друг друга шнека. В данной секции с целью равномерного распределения влаги масло сбивается еще раз.

Секция состоит из текстуратора с рубашкой для охлаждения и для достижения оптимального распределения влаги и способности к намазыванию.

Маслоизготовитель выполнен в соответствии с высокими Европейскими стандартами. Конструкция машины включает в себя раму из нержавеющей стали

с регулируемыеми ножками. Маслобойка имеет блочную структуру, в которой каждый механический элемент регулируется в соответствии с общей конструкцией машины. Таким образом, маслоизготовитель представляет собой прочную конструкцию, исключающую вибрацию машины при работе.

Маслоизготовитель оснащен независимыми двигателями, что дает возможность устанавливать различную скорость на каждом участке работы. Данная машина спроектирована для производства масла с низким содержанием влаги.

### **Подробное описание технологического процесса при производстве спредов по «маслодельной» схеме (варианты 1 и 2) [43]**

*Приемка молока.* Молоко принимают в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырое», ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое», ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Температура молока при приемке не должна превышать 10 °С. Перечень и периодичность контролируемых показателей сырого молока определяется в программе производственного контроля.

*Охлаждение и резервирование молока.* Принятое молоко охлаждают до температуры  $4\pm 2$  °С и резервируют не более 24 часов.

*Подогрев и сепарирование молока.* Перед сепарированием молоко подогревают до температуры  $45\pm 5$  °С. Массовая доля жира в сливках должна быть оптимальной для работы данного метода производства 30-35 %.

Эффективность сепарирования определяют по массовой доле жира в обезжиренном молоке, которая не должна превышать 0,05 %. Обезжиренное молоко – побочный продукт при производстве масла, является ценным вторичным молочным сырьем, благодаря высокому содержанию белка. Обезжиренное молоко на предприятиях молочной промышленности используется для нормализации, в производстве творога, сыра, кисломолочных продуктов, сгущенных и сухих концентратов.

*Охлаждение и резервирование сливок.* Сливки охлаждают до температуры  $4\pm 2$  °С и резервируют с целью обеспечения непрерывности последующих процессов.

*Пастеризация сливок.* Сливки пастеризуют при температуре от 85 °С до 115 °С. Температуру пастеризации сливок устанавливают с учетом их качества.

*Сепарирование сливок.* Сепарирование сливок производят с целью получения высокожирных сливок (ВЖС). Температуру сепарирования устанавливают в диапазоне от 60 °С до 80 °С. Производительность сепаратора регулируют таким образом, чтобы массовая доля влаги в ВЖС была на 0,6-0,8% ниже требуемой в спреде, а массовая доля жира в пахте не превышала 0,4 %.

*Плавление ЗМЖ, составление жировой эмульсии и ее эмульгирование.* Массу ЗМЖ для выработки спреда рассчитывают по рецептуре. ЗМЖ расплавляют в специальных ваннах-плавителях при температуре  $60\pm 5$  °С. Расплавленный ЗМЖ насосом подают в универсальную емкость с подогретой до  $60\pm 5$  °С пахтой для приготовления жировой эмульсии с м.д. жира 35-37 %.

Получение стойкой жировой эмульсии немолочных жиров – один из важнейших этапов производства спредов. Полученную смесь подвергают эмульгированию с помощью эмульсоров или диспергаторов.

*Пастеризация и сепарирование жировой эмульсии.* Режимы пастеризации и сепарирования жировой эмульсии аналогичны режимам при пастеризации и сепарировании сливок из коровьего молока. Полученная высококонцентрированная жировая эмульсия (ВЖЭ) направляется в емкость с ВЖС.

*Нормализация смеси ВЖС и ВЖЭ.* Смесь ВЖС и ВЖЭ тщательно перемешивается и нормализуется для получения стандартного продукта. В качестве компонента нормализации могут использоваться пахта или обезжиренное молоко.

*Преобразование высокожирной смеси в спред.* Преобразование высокожирной смеси в спред производят в маслообразователях посредством ее термомеханической обработки. Режим работы маслообразователя

устанавливают с учетом состава сырья, вида спреда и конструкции маслообразователя.

*Фасование, упаковка и хранение спреда.* Фасование, упаковку и хранение спреда проводят аналогично, как и для сливочного масла.

Недостатком технологической схемы по варианту 1 является образование «пахтового» продукта – пахты с содержанием немолочных жиров. Использование его затруднено, поэтому «пахтовый» продукт, в основном, направляется на корм скоту.

*Плавление ЗМЖ, составление ВЖЭ и ее эмульгирование.* Массу ЗМЖ для выработки спреда рассчитывают по рецептуре. ЗМЖ расплавляют в специальных ваннах-плавителях при температуре  $60 \pm 5$  °С. Расплавленный ЗМЖ насосом подают в универсальную емкость с подогретой до  $60 \pm 5$  °С пахтой для приготовления жировой высоконцентрированной жировой эмульсии (ВЖЭ) с м.д. жира 60-70 %. Полученную смесь подвергают эмульгированию с помощью эмульсоров или диспергаторов.

*Пастеризация ВЖЭ.* Пастеризация ВЖЭ проводится при температуре  $87 \pm 2$  °С с выдержкой 10 мин или при  $92 \pm 2$  °С без выдержки. Целесообразно проведение пастеризации в специальных скребковых теплообменниках с целью предотвращения расслоения эмульсии.

*Смешивание и нормализация смеси ВЖС и ВЖЭ.* Проводится аналогично, как и по варианту 1.

*Преобразование высокожирной смеси в спред, фасование, упаковка и хранение спреда.* Проводится аналогично, как и по варианту 1.

При производстве спредов по данному варианту происходит увеличение энергозатрат на процессы пастеризации и эмульгирования высококонцентрированной жировой эмульсии в виду ее высокой вязкости.

Основное оборудование для производства спредов методом преобразования высокожирной смеси показано в таблице 47.

Таблица 47 – Основное оборудование для производства спредов методом преобразования высокожирной смеси

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Основные технические характеристики
Насос, счетчик	Перекачивание и учет объема молока	10-25 м <sup>3</sup> /ч
Фильтр	Механическая очистка молока	-
Охладитель пластинчатый	Охлаждение молока	10-25 м <sup>3</sup> /ч
Емкость с изоляцией	Временное резервирование молока	10-50 м <sup>3</sup>
Подогреватель пластинчатый	Подогрев молока	10-25 м <sup>3</sup> /ч
Сепаратор-сливкоотделитель	Очистка и сепарирование молока	5-25 м <sup>3</sup> /ч
Охладитель пластинчатый	Охлаждение сливок	5 м <sup>3</sup> /ч
Емкость с изоляцией	Резервирование сливок	6-10 м <sup>3</sup> /ч
Пастеризационно-охладительная установка для сливок	Пастеризация и охлаждение сливок	3 -5 м <sup>3</sup> /ч
Сепаратор для ВЖС	Сепарирование сливок, получение ВЖС	500 кг/ч
Нормализационная ванна	Сбор ВЖС, составление смеси ВЖС и ВЖЭ	0,6-1 м <sup>3</sup>
Емкостной аппарат	Смешивание с пахтой, получение высококонцентрированной жировой эмульсии (ВЖЭ)	1-2 м <sup>3</sup>
Эмульсор	Эмульгирование ВЖЭ	5-10 м <sup>3</sup> /ч
Пастеризационно-охладительная установка для ВЖЭ	Пастеризация ВЖЭ	5-10 кг/ч
Маслообразователь	Получение спреда	300-1000 кг/ч

**Подробное описание процесса производства и характеристика  
основного оборудования при выработке полутвердых, мягких и плавленых  
сыров [44]**

*Описание процесса производства и характеристика основного оборудования при выработке полутвердых, мягких и плавленых сыров [44] представлены в Приложении 9.*

Молоко принимают в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52054-2003

«Молоко коровье сырое», ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое», ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Молоко для производства сыра должно быть сыропригодным, температура молока при приемке не должна превышать 10 °С. Перечень и периодичность контролируемых показателей определяется в программе производственного контроля.

Принятое молоко охлаждают до температуры  $4\pm 2$  °С и резервируют.

После сортировки сырое молоко направляют на термизацию при температуре  $65\pm 2$  °С с выдержкой 20-25 с, охлаждают до  $10\pm 2$  °С и направляют на созревание – выдержку при температуре  $10\pm 2$  °С в течение  $12\pm 2$  часов. В термизованное молоко вносят бактериальную закваску в количестве 0,05-0,4 %. Титруемая кислотность молока после созревания – не более 20 °Т. Допускается проводить созревание молока без предварительной термизации.

Нормализация молока проводится с целью выработки сыра, стандартного по массовой доле жира в пересчете на сухое вещество. Возможно проведение нормализации смешением в емкостях или в потоке с использованием сепаратора-нормализатора после предварительного подогрева молока до  $40\pm 5$  °С. Массовую долю жира в нормализованной смеси устанавливают в соответствии с технологической инструкцией с учетом массовой доли жира и белка в молоке и вида вырабатываемого сыра.

Пастеризацию нормализованной смеси проводят при температуре  $74\pm 2$  °С с выдержкой 20-25 с, затем охлаждают до температуры свертывания. Температуру свертывания устанавливают от 30 °С до 34 °С в зависимости от вида сыра и технологических свойств молока.

В подготовленную смесь вносят функционально необходимые ингредиенты: хлористый кальций (10-40 г безводной соли на 100 кг смеси), бактериальную закваску или концентрат, ферментный препарат. Состав, доза и способ бактериальной закваски или концентрата зависят от вида сыра, качества сырого молока и конкретных условий производства. При выборе молокосвертывающего ферментного препарата необходимо учитывать его

активность и ферментный состав. Количество молокосвертывающего ферментного препарата определяется по сычужной пробе.

Продолжительность свертывания нормализованной смеси составляет  $30 \pm 5$  минут.

Обработку полученного сгустка проводят с целью его обезвоживания и регулирования интенсивности и уровня молочнокислого процесса. Для этого последовательно осуществляют следующие операции: разрезку сгустка и постановку сырного зерна, вымешивание зерна, второе нагревание и вымешивание после него. Продолжительность этих операций зависит от вида сыра, свойств сгустка и сырного зерна, интенсивности развития молочнокислого процесса. Температура второго нагревания зависит от вида сыра: для сыров с низкой температурой второго нагревания (Голландский, Костромской, Пошехонский и др.) она составляет  $38 \pm 2$  °С, для сыров с высокой температурой второго нагревания (Советский, Швейцарский и др.) –  $53 \pm 2$  °С.

Формование сыра проводится с целью образования монолитных сырных головок с требуемой формой, размерами и массой и отделения сыворотки. Применяют три способа формования: из пласта (Костромской, Пошехонский и др.), насыпью (Российский, Угличский и др.) или наливом (Латвийский и др.).

Самопрессование – выдержка сыров в формах без нагрузки. Продолжительность самопрессования, для сыров, формуемых из пласта –  $35 \pm 15$  мин, для сыров, формуемых насыпью – от 1 до 6 часов.

Прессование сыров проводят с целью уплотнения сырной массы, удаления межзерновой сыворотки и образования замкнутого и прочного поверхностного слоя. Давление и продолжительность прессования определяются характеристикой консистенции сыра. Прессование может осуществляться в пневматических или туннельных прессах.

При обработке сгустка и сырного зерна, формовании, самопрессовании и прессовании сыров необходимо обеспечить полный сбор подсырной сыворотки, ее очистку от казеиновой пыли и жира, охлаждение и резервирование для дальнейшей переработки. Попадание сыворотки в сточные воды существенно

загрязняет их, увеличивает нагрузку на очистные сооружения.

Посолка сыра является обязательной операцией при производстве полутвердых сыров. Поваренная соль играет роль не только вкусового ингредиента, придающего продукту специфический вкус и остроту, но и регулятора микробиологических и ферментативных процессов. Чаще всего посолка сыра осуществляется в соляных бассейнах в рассоле с концентрацией соли  $21 \pm 3$  % при температуре  $10 \pm 2$  °С. Продолжительность посолки – 2-3 суток.

При посолке в рассол попадает сырная крошка, частицы белка, жировые вещества. Кислотность рассола повышается, переход в него азотистых соединений и лактозы создает условия для развития вредной микрофлоры, поэтому рассол необходимо регенерировать. Способы восстановления и очистки рассола разнообразны. Минимально необходимая регенерация рассола включает удаление сырной пыли и жира, поддержание определенной массовой доли поваренной соли и температуры рассола, кислотности – не более  $11 \pm 1$  °Т. Выбор системы регенерации рассола зависит от технической оснащенности предприятия. В настоящее время микрофльтрация рассола является самой современной технологией для очистки рассола соляных бассейнов. Мембранная фильтрация обеспечивает высокий микробиологический эффект, минимальные потери соли и воды. Это гибкий и непрерывный процесс, который легко осуществляется и автоматизируется. Использование микрофльтрации позволяет значительно снизить объем сточных вод предприятия.

Созревание полутвердых сыров с низкой температурой второго нагревания осуществляется при температуре  $12 \pm 2$  °С и относительной влажности воздуха  $80 \pm 10$  %. Для сыров с высокой температурой второго нагревания (Советский и др.) созревание проходит в 3 стадии: на первой стадии сыр созревает при температуре  $12 \pm 2$  °С и относительной влажности воздуха от 85 % до 90 % в течение  $20 \pm 10$  суток, на второй стадии – при температуре от 20 °С до 25 °С и относительной влажности воздуха от 90 до 95 % в течение  $30 \pm 10$  суток, на третьей стадии при температуре  $12 \pm 2$  °С и относительной влажности воздуха от 80 % до 90 % до окончания процесса созревания. Продолжительность созревания

Швейцарского сыра составляет 180 суток. Для сыров, созревающих с участием микрофлоры сырной слизи, устанавливают температуру  $10 \pm 2$  °С, относительную влажность воздуха от 85 % до 95 %, периодически перетирая поверхность сыра для лучшего развития сырной слизи.

Таким образом, при производстве полутвердых сыров самой длительной технологической операцией является созревание сыров. Поэтому актуальным направлением в сыроделии является внедрение интенсивных технологий полутвердых сыров (Костромской-ИТ, Российский-ИТ и др.), позволяющих сократить сроки созревания таких сыров до 30 суток с сохранением специфических органолептических показателей сыров, а также снизить потери сыра и энергозатраты на его производство.

На современных сыродельных предприятиях широко внедрено созревание сыров в полимерных пленках, при этом значительно снижаются затраты труда и сокращаются потери продукта. Упаковку сыра в пакеты из полимерных материалов проводят на специальных вакуум-упаковочных машинах. Возможно также использование латексных и двухслойных комбинированных покрытий с целью минимизации естественных потерь сыра вследствие усушки. Отходы упаковочных материалов и комбинированных покрытий необходимо утилизировать.

Хранение сыров производят в камерах при температуре от минус 4 °С до 0 °С и относительной влажности воздуха от 85 % до 90 %.

Основное оборудование для производства полутвердых сыров представлено в таблице 49.

Таблица 49 – Основное оборудование для производства полутвердых сыров

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Основные технические характеристики
Насос, счетчик	Перекачивание и учет объема молока	10-50 м <sup>3</sup> /ч
Фильтр	Механическая очистка молока	-
Охладитель пластинчатый	Охлаждение молока	10-25 м <sup>3</sup> /ч
Емкость с изоляцией	Временное резервирование молока	10-50 м <sup>3</sup>
Подогреватель пластинчатый	Подогрев молока	10-25 м <sup>3</sup> /ч

Сепаратор-нормализатор	Очистка и нормализация молока	10-25 м <sup>3</sup> /ч
Охладитель пластинчатый	Охлаждение сливок	2-5 м <sup>3</sup> /ч
Емкость с изоляцией	Резервирование сливок	5-10 м <sup>3</sup>
Пастеризационно-охладительная установка	Пастеризация и охлаждение нормализованной смеси	10-25 м <sup>3</sup> /ч
Сыроизготовитель	Выработка сырного зерна	3-15 м <sup>3</sup>
Формовочный аппарат	Формование сыра	100-1000 кг
Пресс	Прессование сыра	120-240 кг/ч

*Характеристика основного оборудования для производства сыров.*

Сыроизготовители компании «Молочные машины Русских» приведены в таблице 50.

Таблица 50 – Сыроизготовители компании «Молочные машины Русских» [45]

Обозначение	СГ-3	СГ-5	СГ-10
Рабочий объем, м <sup>3</sup>	3,0	5,0	10,0
Установленная мощность привода, кВт	2,2	2,2	3
Давление горячей воды в рубашке, МПа	0,1 - 0,3	0,1 - 0,3	0,1 - 0,3
Давление воздуха в системе, МПа	0,5 - 0,6	0,5 - 0,6	0,5 - 0,6
Скорость вращения РВИ, мин <sup>-1</sup>	2 - 13	2 - 12	2 - 12
Угол наклона емкости к горизонту	4	4	4

*Конструктивные особенности.*

*Форма корпуса сыроизготовителя.* Использование двух горизонтальных валов приближает форму корпуса в сечении к эллиптической, уменьшая тем самым габаритную высоту и высоту столба обрабатываемой жидкости.

Частота вращения режуще-вымешивающего устройства (РВИ): от 2 до 12 об/мин. Расположение секций РВИ на горизонтальных валах в шахматном порядке со смещением позволяет обрабатывать сгусток одновременно во всем объеме при его незначительном движении. Характер расположения РВИ, в совокупности с эллиптической формой корпуса обеспечивают: снижение до минимума застойных зон не только у стенок аппарата, но и у оси вала; уменьшение высоты столба сгустка, снижает удельный расход электроэнергии.

Конструкция теплообменной рубашки обеспечивает распределение теплоносителя тонким слоем по большой площади, аналогично пластинчатому теплообменнику. Современная система подготовки теплоносителя в замкнутом контуре обеспечивает мягкий нагрев без пригара, и в совокупности с

конструкцией рубашки обеспечивает высокий КПД использования пара.

Устройство для отбора сыворотки. Простое устройство поплавкового типа с пневмоприводом. Сыворотка удаляется с поверхности зеркала смеси, где содержание сырной пыли меньше. Увеличена производительность операции, одновременно снижены потери белка с сырной пылью.

Система санитарной обработки включает два санитарных маршрута с автоматическими коллекторами распределения.

Основой организации технологического процесса для существующих и малых производств является применение кассеты, входящей в состав мультиформы. По размеру кассета унифицирована как с брусковой и цилиндрической формой для сыра, так и с формой под «евроблок».

В результате унификации размеров выпускаемых сыров в рамках требований действующих нормативных и технических документов разработаны три базовых типоразмера:

- для производства брускового сыра – 290x145 мм,  $h = 120$  мм («Пошехонский», «Голландский», «Угличский», «Гауда», «Степной», «Латвийский»);
- для производства цилиндрического сыра – 0x270 мм,  $h = 120$  мм («Российский», «Костромской», «Пошехонский»);
- для производства сыра в современной форме «евроблок» – 300x300 мм,  $h = 100$  мм (сыр типа «Российский» и «Голландский»).

В то же время присоединительные элементы кассеты унифицированы с транспортной системой в виде тележек, способных пристыковываться к таким средствам механизации, как формователи (для формования сыра из пласта под слоем сыворотки или насыпью) и прессы (рис. 32).

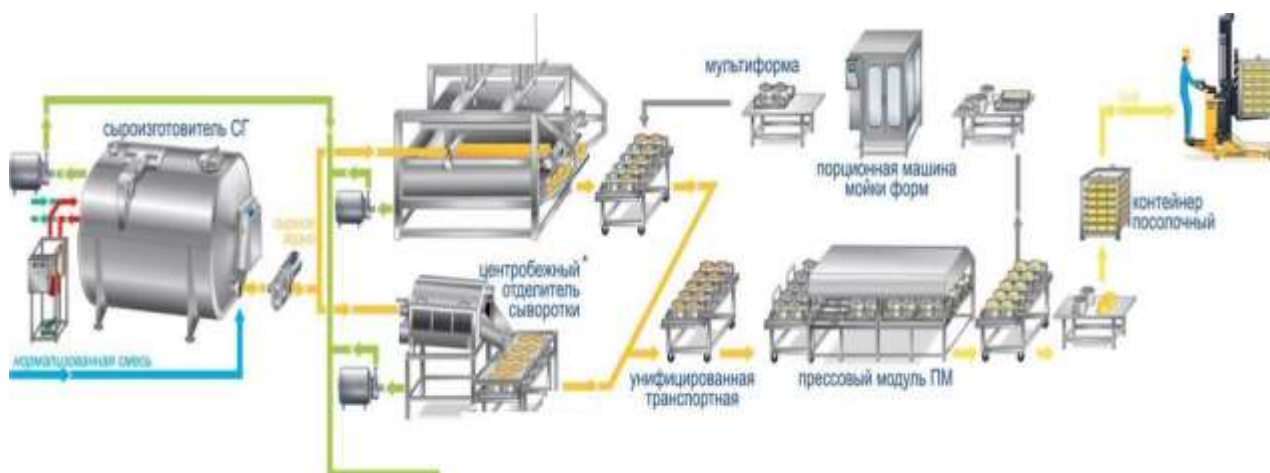


Рисунок 32. Организация производства полутвердых сыров до 5 т/сут

Организация технологического процесса такой линии основана на порционном производстве и включает аппараты периодического действия. Ассортимент продукции может включать как унифицированные «классические» полутвердые сыры, так и обезличенные полутвердые сыры в форме «евроблок». При больших объемах производства сыра (от 5 до 15 т/сут) рационально применять вместо транспортных тележек поточную транспортную систему транспортеры; поточные машины мойки форм; автоматизированные системы прессования, включающие транспортеры загрузки и выгрузки пресса; различные станции для механизации сборки/разгрузки форм, загрузки сыра в контейнеры и т.п. Поточность производства и увеличение объемов переработки достигается применением аппаратов непрерывного действия и организацией каскада из нескольких единиц технологического оборудования. Линия предусматривает производство обезличенных полутвердых сыров в форме «евроблок».

#### *Сыроизготовители компании «ОСКОН»*

ОСКОН – современное динамично развивающееся российское машиностроительное предприятие, созданное в 1992 году с целью изготовления современного технологического оборудования для переработки молока и разработки новых организационно-технологических решений.

В настоящее время многие сырзаводы проводят реконструкцию сыродельных участков с установкой более прогрессивного оборудования – сыроизготовителей закрытого типа. Их основные преимущества: повышение

производительности; снижение энергозатрат; увеличение выхода продукта за счет сокращения потерь.

Сыроизготовитель марки СИ (компания ОСКОН) показан на рисунке 33.



Рисунок 33. Сыроизготовители марки СИ (компания ОСКОН)  
Установка предназначена для выполнения следующих технологических операций:

- подогрев исходного продукта до требуемой технологией температуры;
- внесение ферментов, закваски и других компонентов;
- перемешивание;
- свертывание;
- разрезание и обработку сгустка;
- внесение воды, прошедшей пастеризацию, или рассола;
- частичный отбор сыворотки;
- повторное нагревание;
- обсушку зерна, его слив вместе с сывороткой.

*Описание.*

Агрегат представляет собой теплоизолированную трехстенную емкость. Внутренняя ванна имеет форму “Двойного-О”. Такая форма дает возможность избежать застоя продукции при разрезании и вымешивании.

Сыроизготовитель сверху закрывается конической крышкой с смонтированными на ней приводом мешалки и двумя люками: для ремонта и технологический. Под крышкой внутри находятся моющие головки для выполнения полной санитарной обработки.

В качестве режущего – вымешивающего инструмента применены рама с

ножами и свободно закрепленная мешалка. Вращаясь в одну сторону, мешалка разрезает сгусток. Вращаясь в другую сторону, мешалка выступает в качестве вымешивающего инструмента.

Теплоносителем выступает горячая вода, подаваемая в змеевик, находящийся на стенках внутренней ванны. Вода подается в змеевик из узла подготовки горячей воды, что автоматизирует процесс подогрева продукта до нужной температуры.

Данная модель оснащена датчиками уровня заполнения и температуры продукта, а также частотным преобразователем. Все это дает возможность плавно регулировать скорость вращения.

Встроенное выдвижное сито используется для отбора сыворотки, что уменьшает габариты сыроизготовителя и позволяет выполнять процесс без остановки вращения мешалки.

Особенностями конструкции являются:

- закрытый тип емкости;
- универсальность мешалки;
- плавность регулирования скорости вращения;
- возможность регулирования скорости нагрева;
- полное опорожнение емкости;
- подсоединение к СІР–мойке;
- работа в полуавтоматическом режиме и возможность автоматизации.

Технические характеристики сыроизготовителей марки СИ (компания ОСКОН) приведены в таблице 51.

Таблица 51 – Технические характеристики сыроизготовителей марки СИ

Характеристики	СИ-1	СИ-3	СИ-5	СИ-10	СИ-15
Объем, м <sup>3</sup>	1,0	3,0	5,0	10,0	15,0
Установленная мощность электропривода, кВт			4,0	4,0	5,5
Частота вращения режущее-вымешивающего инструмента, об/мин	от 4 до 20				
Теплоноситель горячая вода, 0С	95-97 °С				
Отбор сыворотки	через встроенное подвижное сито				
Опорожнение	через донный клапан				

### *Формовочные аппараты.*

*Устройство.* Аппарат формовочный механизированный представляет собой корпус, установленный на опоры, с двумя колонами и поперечной балкой, на которой шарнирно закреплен пневмоцилиндр стенки – ножа. На бортах корпуса установлены траверсы с пневмоцилиндрами и прижимами, которые передвигаются вручную. Выдвижное дно состоит из плит каркасной конструкции с перфолистом, которые соединяются между собой кронштейнами. Привод выдвижения дна пневматический. Для управления процессами в аппарате используется контроллер, который принимает сигналы с магнитных датчиков пневмоцилиндров, обрабатывает их и выдает соответствующие сигналы на исполнительное реле согласно программе.

Аппарат механизированный формовочный показан на рисунке 34.



Рисунок 34. Аппарат механизированный формовочный

Технические характеристики формовочных аппаратов приведены в таблице 52.

Таблица 52 – Технические характеристики формовочных аппаратов

Обозначение	АФ-80	АФ-100	АФ-200	АФ-250	АФ-500	АФ-1000
Вместимость по сырной массе, кг	80	100	200	250	500	1000
Вместимость геометрическая, м <sup>3</sup>	0,27	0,32	0,68	0,88	3,8	6,5

Способ резки и выгрузки пласта	ручной	пневмопривод
Давление воздуха при прессовании, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,1-0,2 (1,0-2,0)	
Давление воздуха при выдвигании dna и резке пласта, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,4-0,6 (4,0-6,0)	

#### Преимущества:

- оптимальное решение автоматизации процессов;
- удобство обслуживания;
- надежность и долговечность;
- современный дизайн.

#### *Описание технологических процессов при производстве мягких сыров.*

*Приемка молока.* Молоко принимают в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырое», ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое», ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Молоко для производства сыра должно быть сыропригодным, температура молока при приемке не должна превышать 10 °С. Перечень и периодичность контролируемых показателей определяется в программе производственного контроля.

*Охлаждение и резервирование молока.* Принятое молоко охлаждают до температуры 4±2 °С и резервируют.

*Центробежная очистка молока.* При созревании молока без предварительной тепловой обработки обязательна его очистка на сепараторе-молокоочистителе.

*Термизация и охлаждение молока. Созревание молока.* После сортировки сырое молоко направляют на термизацию при температуре 65±2 °С с выдержкой 20-25 с, охлаждают до 10±2 °С и направляют на созревание – выдержку при температуре 10±2 °С в течение 12±2 часов. В термизованное молоко вносят бактериальную закваску в количестве 0,05-0,4 %. Титруемая кислотность молока после созревания – не более 20 °Т. Допускается проводить созревание молока без

предварительной термизации.

*Нормализация молока.* Нормализация молока проводится с целью выработки сыра, стандартного по массовой доле жира в пересчете на сухое вещество. Возможно проведение нормализации смешением в емкостях или в потоке с использованием сепаратора-нормализатора после предварительного подогрева молока до  $(40\pm 5)^\circ\text{C}$ . Массовую долю жира в нормализованной смеси устанавливают в соответствии с технологической инструкцией с учетом массовой доли жира и белка в молоке и вида вырабатываемого сыра.

*Пастеризация и охлаждение нормализованной смеси.* Пастеризацию нормализованной смеси при производстве мягких сыров проводят при температуре от  $74^\circ\text{C}$  до  $86^\circ\text{C}$  с выдержкой 20-25 с, затем охлаждают до температуры свертывания. Температуру свертывания устанавливают в пределах от  $26^\circ\text{C}$  до  $34^\circ\text{C}$  в зависимости от вида сыра (Любительский, Останкинский и др.) и технологических свойств молока (сычужное свертывание).

*Подготовка и внесение функционально необходимых ингредиентов.* В подготовленную смесь вносят функционально необходимые ингредиенты: хлористый кальций (10-40 г безводной соли на 100 кг смеси), бактериальную закваску или концентрат, ферментный препарат. Состав, доза и способ бактериальной закваски или концентрата зависят от вида сыра, качества сырого молока и конкретных условий производства. При выборе молокосвертывающего ферментного препарата необходимо учитывать его активность и ферментный состав. Количество молокосвертывающего ферментного препарата определяется по сычужной пробе. При выработке Русского камамбера в нормализованную смесь вносят чистые культуры плесневых грибов (*Penicillium camamberti*).

*Свертывание нормализованной смеси, обработка сгустка.* Продолжительность свертывания нормализованной смеси составляет от  $45\pm 10$  мин (Останкинский, Любительский и др.) до  $80\pm 10$  мин (Русский камамбер).

Обработку полученного сгустка проводят с целью его обезвоживания и регулирования интенсивности и уровня молочнокислого процесса. Для этого последовательно осуществляют следующие операции: разрезку сгустка и

постановку (вымешивание) сырного зерна. Продолжительность этих операций зависит от вида сыра, свойств сгустка и сырного зерна, интенсивности развития молочнокислого процесса.

*Формование сыра.* Формование мягких сыров проводится с целью образования монолитных сырных головок с требуемой формой, размерами и массой и отделения сыворотки. Применяют, в основном, два способа формования: насыпью или наливом. При формовании наливом смесь сырного зерна с сывороткой из сыроизготовителя подается в отделитель сыворотки, далее отделенное зерно поступает в индивидуальные или групповые перфорированные формы. При формовании наливом из сыроизготовителя предварительно удаляется до 70 % сыворотки, затем сырное зерно с остатками сыворотки поступает непосредственно в перфорированные формы.

*Самопрессование сыра.* Самопрессование – выдержка сыров в формах без нагрузки. Продолжительность самопрессования зависит от вида сыра и составляет от 5-8 ч (Останкинский, Любительский и др.) до 15 ч (Русский камамбер). Оптимальная температура воздуха в помещениях для формования и самопрессования – от 16 °С до 22 °С.

*Сбор и переработка подсырной сыворотки.* При обработке сгустка и сырного зерна, формовании самопрессовании сыров необходимо обеспечить полный сбор подсырной сыворотки, ее очистку от казеиновой пыли и жира, охлаждение и резервирование для дальнейшей переработки. Попадание сыворотки в сточные воды существенно загрязняет их, увеличивает нагрузку на очистные сооружения.

*Посолка сыра.* Посолка сыра может осуществляться в соляных бассейнах в рассоле с концентрацией соли  $21 \pm 3$  % при температуре  $10 \pm 2$  °С. Продолжительность посолки – от 20-25 мин (Останкинский) до 1,5-3 ч (Любительский). Может применяться частичная или полная посолка в зерне. При этом нужно учитывать, что полученную соленую сыворотку необходимо подвергать дополнительно электродиализной обработке с целью дальнейшего использования ее на выработку пищевых продуктов.

*Созревание сыра.* Созревание мягких сыров с низкой температурой второго нагревания осуществляется при температуре  $(11\pm 2)^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха  $(80\pm 5)\%$  от 3 сут (Останкинский) до 7 сут. (Русский камамбер). Сыр Любительский вырабатывается без созревания.

*Хранение сыра.* Хранение сыров производят в камерах при температуре от минус  $4^\circ\text{C}$  до  $0^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха от 85 % до 90 %.

*Особенности производства Адыгейского сыра.*

*Адыгейский сыр* – одна из разновидностей мягких сыров, относящихся к категории «без созревания», который пользуется наибольшей популярностью и потребительским спросом и вырабатывается практически во всех регионах РФ.

Традиционная технология производства Адыгейского сыра, которая на сегодняшний день применяется на 95 % всех предприятий, заключается в следующем:

- в открытые ванны или емкости с рубашкой подается пастеризованное молоко с температурой  $70-72^\circ\text{C}$ , или в них же нагревается до температуры  $92-95^\circ\text{C}$ ;
- по стенке емкости периодически вливается сыворотка или кислота из расчета примерно 10-15 % от общего количества молока для коагулирования (свертывания) белка;
- аккуратно вручную перемешивается;
- при помощи ситечек отбирают всплывший белок и раскладывают по формам, одновременно осуществляя посолку каждой головки сухой солью;
- сыр в формах несколько раз переворачивают для отделения излишней сыворотки и формирования головки;
- стеллажи с формами ставят в камеры для охлаждения и далее готовый продукт отправляют на упаковку.

Существующая технология и оборудование для производства адыгейского сыра имеет ряд существенных недостатков, которые значительно увеличивают себестоимость продукта и влияют на его качество, а именно:

- энергоемкость – нагрев молочной смеси с 6 до  $95^\circ\text{C}$ , охлаждение продукта приблизительно с  $65$  до  $10^\circ\text{C}$ , охлаждение сыворотки с  $95$  до  $8^\circ\text{C}$ ;

- трудозатраты – полностью ручной отбор сырной массы и заполнение форм, ручная посолка и переворачивание каждой формы несколько раз. На каждой отдельной такой линии постоянно заняты до 5-6 человек в смену, при производительности в среднем 300-350 кг/час;
- получение сырного зерна с разной степенью обсушки – последнее зерно обсушивается примерно в два раза больше чем первое;
- небезопасное для персонала производство при высоких температурах – 90-95 °С.

Для устранения вышеперечисленных недостатков целесообразно использование автоматизированной линии непрерывно-поточного производства.

Основные преимущества линии заключаются в следующем:

- поточный метод формования головок позволяет повысить производительность, увеличить объемы выпускаемой продукции при уменьшении накладных расходов;
- стабильное и высокое качество продукта: за счет высокой степени автоматизации достигается неизменное время коагулирования и обсушки продукта, что позволяет получить продукт одинаково высокого качества в течение всего времени работы данной линии;
- малые трудозатраты: функционал производственного персонала, занятого на линии, будет заключаться только в подаче пустых мультиформ на туннельную мойку и транспортировании штабелей с продуктом в камеру охлаждения (в зависимости от производительности потребуется 1-2 человека);
- высокий уровень безопасности для промышленного персонала: полностью исключен контакт человека с опасными факторами, такими как высокая температура и высокие концентрации кислот и щелочей при производстве и мойке;
- полная автоматизация технологического процесса: использование современных АСУТП позволяет реализовать различные по функциональности и возможностям, в зависимости от требований заказчика, системы управления и отчетности. В минимальном варианте – это система, позволяющая управлять

всем технологическим процессом с одного рабочего места;

- значительное снижение «человеческого фактора»: на этапе производства весь процесс контролируется автоматически, программа не даст возможность нарушить технологический процесс. На этапе фасовки единственное место, где происходит контакт человека с продуктом, это укладывание готовых головок в упаковочную машину.

*Особенности организации технологического процесса:* при выработке Адыгейского сыра используется температура пастеризации нормализованной смеси – 93-95 °С с выдержкой 20-25 с, свертывание молока происходит при температуре пастеризации при добавлении сквашенной сыворотки (термокислотная коагуляция). Формование ведется по усовершенствованной технологии в групповые формы, продолжительность самопрессования при температуре 9±1 °С не более 18 часов.

*Особенности производства мягких сыров с использованием ультрафильтрации.*

На большинстве предприятий производство мягких сыров продуктов осуществляется по традиционным технологиям с использованием сыроизготовителей, отделителей сыворотки, установок для самопрессования и др., что, кроме крупных финансовых вложений, требует ещё и большого количества площадей для размещения оборудования и высоких энерго- и трудозатрат.

Внедрение линий по производству мягких сыров методом ультрафильтрации целесообразно по следующим соображениям:

- мягкий сыр, полученный методом ультрафильтрации, имеет кремообразную консистенцию. Это относительно новый и хорошо зарекомендовавший себя на нашем рынке продукт: весь сыр, который на сегодняшний день представлен в торговых сетях – иностранного производства;
- такие сыры имеют устойчивый и постоянно растущий спрос, доля этих сыров постоянно увеличивается, и эта тенденция будет сохраняться;
- линия по производству мягких сыров методом ультрафильтрации позволяет

производить широкий спектр продуктов, в том числе творог с длительными сроками хранения;

- мягкие сыры, полученные этим методом, имеют чрезвычайно высокий выход, что делает их производство высокорентабельным;

- производственная линия занимает небольшую площадь и легко интегрируется в любое молочное производство.

Отличительной особенностью производства мягких сыров является использование установок для ультрафильтрации. В процессе ультрафильтрации ферментированная смесь концентрируется до массовой доли сухих веществ 20-23 %. Уровень содержания белка, жира и прочих компонентов регулируется в автоматическом режиме в соответствии с требованиями технологии производимого продукта. Параметры вводятся оператором перед началом процесса производства с пульта управления. В то же время степень сгущения может регулироваться оператором в процессе. Подобная гибкость даёт возможность производить широкий ассортимент продукции, разрабатывать принципиально новые продукты без какой-либо переналадки оборудования. Производственные линии полностью автоматизированы, отсутствует контакт человека с продуктом.

#### *Основное оборудование для производства мягких сыров.*

Для производства мягких сыров может использоваться оборудование, представленное в таблице 39 для производства полутвердых сыров. Дополнительно может быть использовано специально разработанное оборудование с учетом особенностей технологии некоторых видов мягких сыров. В частности, на предприятиях устанавливаются комплектные линии по производству мягких сыров фирмы VPS engineering a.s. (ООО «Калория», Краснодарский край), линии П8-ОМЮ для производства самопрессующихся сыров, ультрафильтрационные установки. УФ-установка для использования в производстве сыра фета показана на рисунке 36.



Рисунок 36. УФ-установка для использования в производстве сыра фета [46]

УФ-установка для использования в производстве сыров рикотта, филадельфия, маскарпоне и др. показана на рисунке 37.



Рисунок 37. УФ-установка для использования в производстве сыров рикотта, филадельфия, маскарпоне и др.

Фирмой ООО «Фильтропор Групп» разработаны, изготавливаются на собственной машиностроительной базе и поставляются установки мембранные (ультрафильтрационные) марки «Водопад УТК» для получения мягких сыров и творога методом ультрафильтрации творожного сгустка. Установки выпускаются на основе керамических мембранных элементов «Тами Дойчланд» (Германия), срок службы которых не менее 10 лет. Используются надежные японские, итальянские и испанские насосы и арматура, немецкая элементная база управления [47]. Линия по производству рокфора и камамбера фирмы VPS engineering a.s. показана на рисунке 38.



Рисунок 38. Линия по производству рокфора и камамберафирмы VPS engineering a.s.

*Описание технологического процесса производства плавленого сыра.*

*Подбор сырья для плавления.* Подбор сыров для плавления ведут с учетом степени зрелости, активной кислотности и органолептических показателей. При использовании незрелых и нежирных сыров их измельчают и выдерживают с солями-плавителями.

*Предварительная обработка сырья.* С сыров снимают парафин или пленку, удаляют поврежденные участки с головок сыра, моют при необходимости и нарезают на куски массой до 1 кг или измельчают на волчке. Творог зачищают с поверхности. Масло освобождают от упаковки, проводят зачистку поверхности масла от штаффа, нарезают на куски. Сухие компоненты просеивают.

*Подбор и приготовление раствора солей-плавителей.* Подбор солей-плавителей проводят применительно к видовой группе вырабатываемого сыра и исходному сырью (вид, степень зрелости сыра, активная кислотность и др.). Как правило, соли-плавители вносят в виде растворов с массовой долей сухих веществ 20-25 %.

*Составление, плавление и гомогенизация смеси.* Подготовленное сырье загружают согласно рецептуре в специальные закрытые аппараты с паровой

рубашкой и мешалкой. Температура плавления выбирается в зависимости от состава, свойств сырья, вида сыра и колеблется от 85 °С до 90 °С, продолжительность процесса плавления 3-10 мин. Окончание плавления определяют по состоянию массы, которая становится однородной и достаточно текучей без наличия нерасплавившихся частиц сыра. В целях улучшения эмульгирования жира плавленый сыр может быть подвергнут гомогенизации (например, при производстве высокожирных пастообразных сыров). Расплавленную сырную массу непосредственно после плавления направляют на гомогенизатор, давление гомогенизации-10-15 МПа.

*Фасование и упаковывание плавленого сыра.* Расплавленную сырную массу в горячем состоянии направляют на фасовочно-упаковочный автомат для фасовки в алюминиевую фольгу, коробочки или стаканчики из полимерных материалов, в рукавную оболочку и др.

*Охлаждение и хранение плавленого сыра.* Фасованные плавленые сыры охлаждают в специальных помещениях на стеллажах или тележках при температуре воздуха от 6 °С до минус 4 °С, в охладителях туннельного или ленточного типа. Длительность охлаждения составляет от 30 мин до 10-12 час в зависимости от способа охлаждения.

Упакованный сыр хранят при температуре  $4\pm 2$  °С и относительной влажности воздуха не более 85 %.

Основное оборудование для производства плавленых сыров приведено в таблице 54.

Таблица 54 – Основное оборудование для производства плавленых сыров

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Основные технические характеристики
Моечная машина для сыров, волчок для измельчения сыра и масла, просеиватель для сухих компонентов	Предварительная обработка сыра	100-150 головок/ч 600-1000 кг/ч 1200-3000 кг/ч
Котел для плавления или аппарат для измельчения и плавления сырной массы	Составление смеси	200-1000 кг/ч
Котел для плавления или	Плавление, гомогенизация смеси	200-1000 кг/ч

аппарат для измельчения и плавления сырной массы		
Автомат фасовочно-упаковочный	Фасование сыра	1000-3500 уп/ч

*Характеристика основного оборудования для производства плавленых сыров.*

Агрегат для измельчения, смешивания, плавления и охлаждения сырной смеси Л5-ОПН и его технические характеристики приведены на рисунке 40, котел-плавитель Штефан и его технические характеристики – на рисунке 41.



#### Техническая характеристика

Производительность, в зависимости от продукта и технологии, кг/ч.....	500-1000
Потребление электроэнергии, кВт/ч.....	60
Установленная мощность, кВт.....	75
Количество сырной массы, загружаемой в камеру, кг.....	150
Расход пара, кг/ч.....	130
Расход водопроводной воды, м <sup>3</sup> /ч.....	1,1
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /ч.....	20

Рисунок 40. Агрегат для измельчения, смешивания, плавления и охлаждения сырной смеси Л5-ОПН



#### Техническая характеристика

Ёмкость чаши смесителя .....	450 л
Двигатель Microcut тип D160 M-2A.	
Мощность при 3000 об/мин.....	15 кВт, 27А
Приводной двигатель смесителя	
Вакуумный насос с двигателем тип Lema 25 –	
0,8 кВт, 2А	
Количество всасываемого воздуха–	20 м <sup>3</sup> /час

Рисунок 41. Котел-плавитель Штефан

На ряде крупных компаний-производителей плавленых сыров в РФ (Hochland, Valio, Lactalis и др.) установлены импортные автоматизированные линии по производству плавленых сыров.

## **Подробное описание технологических процессов и основного оборудования при выработке молочных консервов**

### 2.4.1 Общие технологические операции

#### 2.4.1.1 Приемка, очистка, охлаждение молока

Молоко, поступающее на молочноконсервные предприятия, должно соответствовать требованиям действующих стандартов, технических регламентов и технологических инструкций на конкретные виды молочных консервов, например кислотность молока, направляемого на выработку сухого молока не должна превышать 18 °Т. Особые требования предъявляются к термоустойчивости и бактериальному составу молока в связи с жесткой тепловой обработкой молочного сырья и длительным сроком хранения готовых продуктов.

Очистку молока проводят в сепараторах-молокоочистителях, сепараторах-бактериотделителях, на установках микрофльтрации.

При центробежной очистке в саморазгружающихся сепараторах-молокоочистителях:

- немолочные вещества выделяются почти полностью;
- может быть удалено до 50% микроорганизмов;
- на 2% повышается растворимость сухого молока;
- потери белка и жира минимальны.

Применяют холодную очистку молока, сразу после приемки, при температуре 4-10 °С и очистку с подогревом до 45-50 °С.

Подогрев и последующее охлаждение молока увеличивают расход энергии, но очистка с подогревом, по свидетельству фирмы Альфа-Лаваль, повышает долю удаленных бактерий до 50 % (рисунок 42) [49].

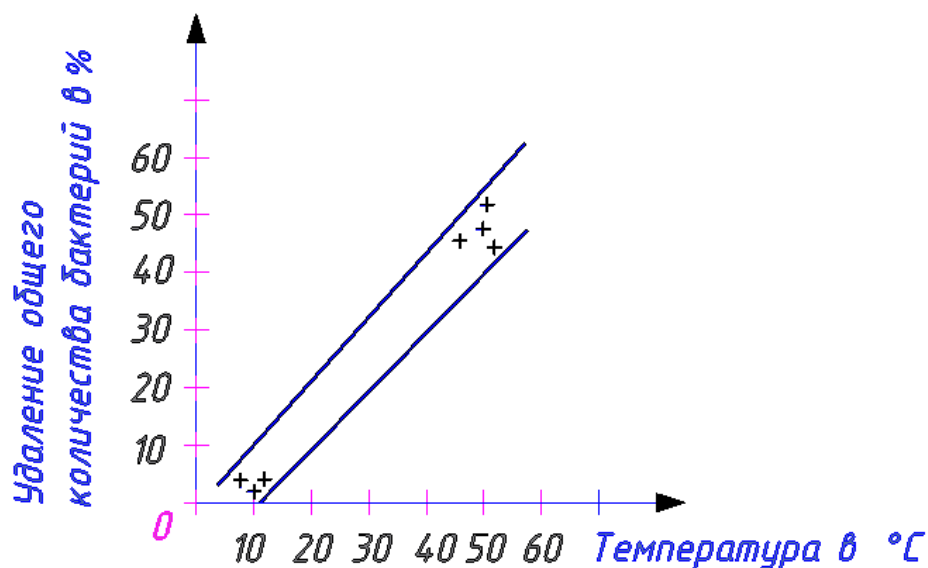


Рисунок 42. Влияние температуры молока на эффективность центробежной очистки от микроорганизмов

При очистке молока в сепараторах-бактериоотделителях при температуре от 55 до 65 °С, в зависимости от конструкции бактофуги, вместе с механическими примесями выделяется от 75 до 99,97 % микроорганизмов, в том числе 90 % всех споровых микроорганизмов, являющихся причиной порчи сухого молока, особенно низкотемпературного, и причиной промышленной нестерильности сгущенного стерилизованного молока [50].

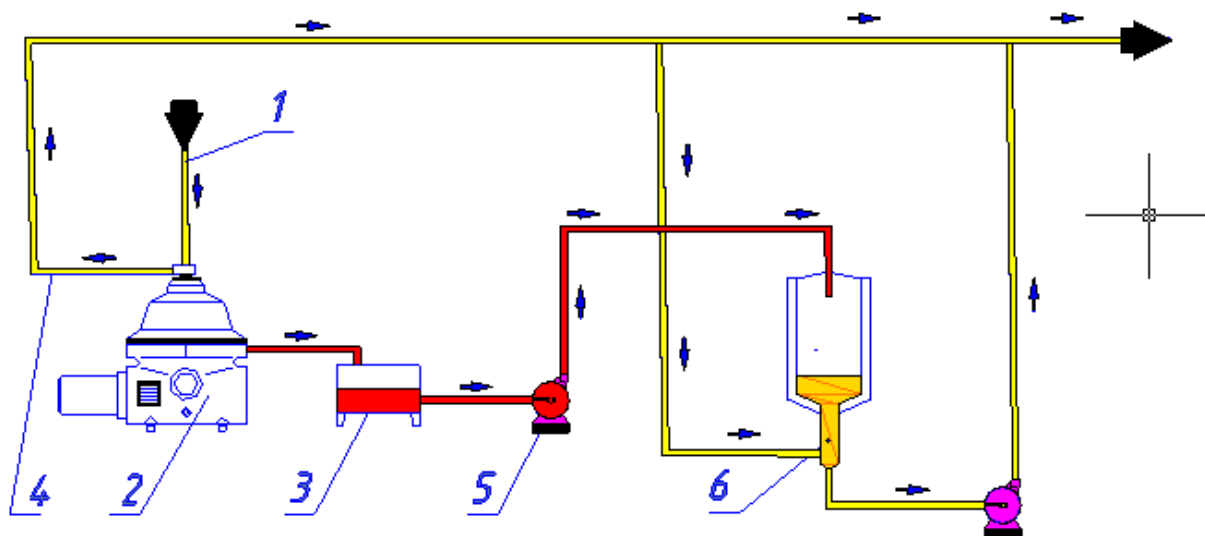
Недостатки этих сепараторов – высокая стоимость, потери сухих веществ молока с бактофугатом. Однако бактофугат после стерилизации может быть введен в поток молока (рисунок 43).

Мощность электродвигателей сепараторов – молокоочистителей колеблется от 7,5 до 11 кВт, сепараторов – бактериоотделителей от 11 до 17 кВт при производительности 10 м<sup>3</sup>/ч.

Микрофильтрация – наиболее эффективный мембранный способ очистки молока, позволяющий сократить число бактерий в молоке и существенно повысить хранимоустойчивость выработанных продуктов.

Численность микроорганизмов и спор в молоке, подвергнутом микрофильтрации, может быть снижена соответственно на 99,99 и на 99,95 %. Основное преимущество микрофильтрации – увеличение срока годности

продуктов как минимум на 50 % [51].



- 1 - Подача молока 2 - Центрифуга для удаления бактерий  
3 - Концентрат бактерий 4 - Молоко очищенное от бактерий  
5 - Насос для концентрата бактерий 6 - Танк стерилизатора**

Рисунок 43. Схема очистки молока от бактерий

Размер пор микрофильтрационных мембран составляет в среднем 1,4 мкм. Микрофильтры задерживают бактерии размером 1-3 мкм, а также глобулы жира, поэтому такая обработка приемлема для обезжиренного молока [52].

Перед микрофильтрацией молоко подогревают до 50 °С – для снижения вязкости и ускорения процесса переноса вещества. Дальнейшее повышение температуры подогрева нецелесообразно из-за термолабильности белков сырья и возможности изменения структуры мембран [53].

После очистки молоко охлаждают до температуры  $4\pm 2$  °С и резервируют в емкостях.

#### 2.4.1.2 Нормализация состава молока

Нормализация молочного сырья проводится для получения продукта требуемого состава. При выработке молочных консервов преобладает периодический способ нормализации – подача в емкость с молоком рассчитанной массы компонента нормализации – сливок или обезжиренного

молока. Разработана и при поточном сгущении применяется схема поточной нормализации, состоящая из двух систем автоматического регулирования:

- согласования производительности сепаратора-сливкоотделителя и вакуум-выпарного аппарата;
- сепарирования молока и смешивания обезжиренного молока и сливок в заданных долях, соответствующих нормируемому в продукте содержанию жира и сухих обезжиренных веществ молока.

Экономический эффект достигается за счет более высокой точности нормализации и исключения перерасхода жира и сухих веществ.

В последнее десятилетие в молочных консервах нормируется массовая доля белка в СОМО, равная 34 %, как показатель натуральности продукта. Это не позволяет выработать стандартный по составу продукт из молока с низким содержанием белка. Предприятие не заинтересовано в реализации продукта и с большим, чем 34 % отношением, поэтому необходимо рассчитывать значение данного отношения в приготовленной нормализованной смеси и корректировать его [54].

При большем, чем 34 % значении отношения в республике Беларусь практикуют корректировку состава обезжиренного молока добавлением ультра-фильтрата подсырной сыворотки (массовая доля сухих веществ в УФ-фильтрате 5,5%, массовая доля азотистых соединений в УФ-фильтрате 0,3 %), или корректировку состава сухого обезжиренного молока смешиванием его с сухим пермеатом (массовая доля азотистых соединений в сухом пермеате 5,2 %, стоимость сухого пермеата в 4 раза меньше, чем стоимость сухого обезжиренного молока).

Выход продукции увеличивается за счет включения в состав продукта компонента меньшей стоимости, одновременно решается проблема использования побочного продукта ультрафильтрации.

#### 2.4.2.1 Пастеризация молока

Пастеризация необходима для: снижения количества патогенных микроорганизмов до уровня, при котором эти микроорганизмы не наносят существенный вред здоровью; снижения общей бактериальной обсемененности; инактивации ферментов, в первую очередь липазы; влияния на некоторые свойства получаемых продуктов, так моментальная высокотемпературная обработка молока при температуре выше 100 °С без выдержки, почти не вызывающая денатурацию сывороточных белков, повышает растворимость сухого молока.

Вопросы использования энергии при оценке технологий имеют существенное значение. При использовании для сгущения как циркуляционных объемных, так и пленочных вакуум-выпарных аппаратов, пастеризация проводится в подогревателях вакуум-выпарного аппарата, обогреваемых вторичным паром из корпусов вакуум-выпарного аппарата, что экономит тепло, снижая расход свежего пара на установку, а также разгружает конденсатор, понижая количество конденсирующихся в нем паров, тем самым, уменьшая нагрузку на градирню.

Для достижения требуемых температурных режимов тепловой обработки молока, не менее 90 °С, только последний подогреватель обогревается острым паром. Таким способом удастся обеспечить малые удельные расходы энергии, снижение эксплуатационных расходов производства и себестоимости продукции.

#### 2.4.2.2 Сгущение в вакуум-выпарном аппарате

Цель сгущения – удаление свободной влаги из молочной смеси без нарушения ее текучести для снижения тепловой нагрузки на более энергоемкий последующий процесс сушки. Влага удаляется в виде пара в циркуляционных объемных или пленочных вакуум-выпарных аппаратах различной конструкции. Рекомендуется сгущение молочной смеси до концентрации сухих веществ  $46 \pm 6$  %. Режимы сгущения приведены в таблице 57.

Таблица 57 – Температуры сгущения и режим работы вакуум-выпарных аппаратов

Оборудование	Температура, режим работы
Циркуляционные однокорпусные вакуум-выпарные аппараты	(59±5)°С, периодический режим работы по отдельным варкам
Циркуляционные двухкорпусные вакуум-выпарные аппараты	1 корпус (75±5)°С, 2 корпус (52±5)°С, - периодический процесс по отдельным варкам или комбинированный в течение ≈ периодический до достижения требуемой концентрации, далее одновременный забор смеси и выпуск сгущенного продукта
Пленочные трехкорпусные вакуум-выпарные аппараты	1 корпус (72–74) °С, 2 корпус (60–72) °С, 3 корпус (46–48) °С поточный процесс, продолжительность примерно 15

Включение в схему трех-четырех корпусного пленочного вакуум-выпарного аппарата (рисунки 45, 46) имеет преимущества в сравнении с 2-х корпусным циркуляционным объемным вакуум выпарным аппаратом (рисунки 47, 48).

Во-первых, высокая скорость движения сгущаемого молока в установках пленочного типа обеспечивает высокий коэффициент теплопередачи и интенсивный процесс сгущения даже при незначительном перепаде между температурами кипения и греющего пара в смежных корпусах установки, все это, в сочетании с экономичностью выпаривания в многокорпусных вакуум-выпарных аппаратах, снижает расход острого пара при сгущении в 3-х, 4-х корпусных вакуум выпарных аппаратах пленочного типа в сравнении с циркуляционными 2-х корпусными вакуум-выпарными аппаратами. Расход пара на кг испаренной влаги в вакуум-выпарных аппаратах Виганд производительностью 2000, 4000, 8000 кг/ч и.в. колеблется от 0,44 до 0,46 кг/кг и.в., в пленочных вакуум-аппаратах 0,25-0,3 кг/кг и.в.

Во-вторых, продолжительность теплового воздействия на сгущаемый продукт в пленочных вакуум-выпарных аппаратах колеблется от 3 до 15 мин в зависимости от числа ступеней выпаривания и заданной конечной массовой доли сухих веществ.

В циркуляционном аппарате продолжительность процесса сгущения партии молока на одну варку колеблется от 1 часа и более.

При существенной разнице продолжительности теплового воздействия в процессе выпаривания наименьшие физико-химические изменения концентрируемого продукта происходят при сгущении в пленочных вакуум-

выпарных аппаратах, поэтому сгущение цельного и обезжиренного молока в пленочных вакуум-выпарных аппаратах проводится до более высоких концентраций сухих веществ – 50 %, в циркуляционных объемных – до 42-48 %.



Рисунок 45. Внешний вид 4-х корпусного пленочного вакуум-выпарного аппарата с термокомпрессией пара фирмы CPS

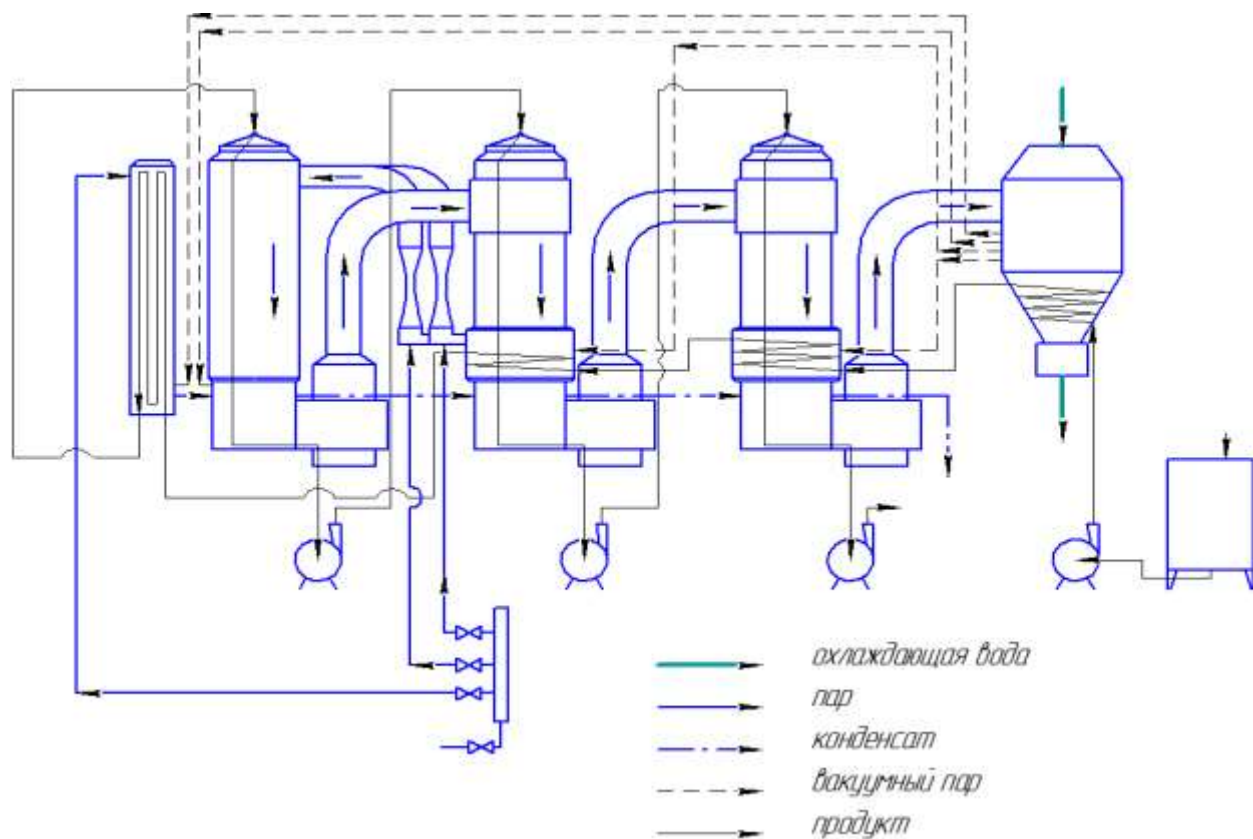


Рисунок 46. Схема вакуум-выпарного аппарата MKT-CE-3-80

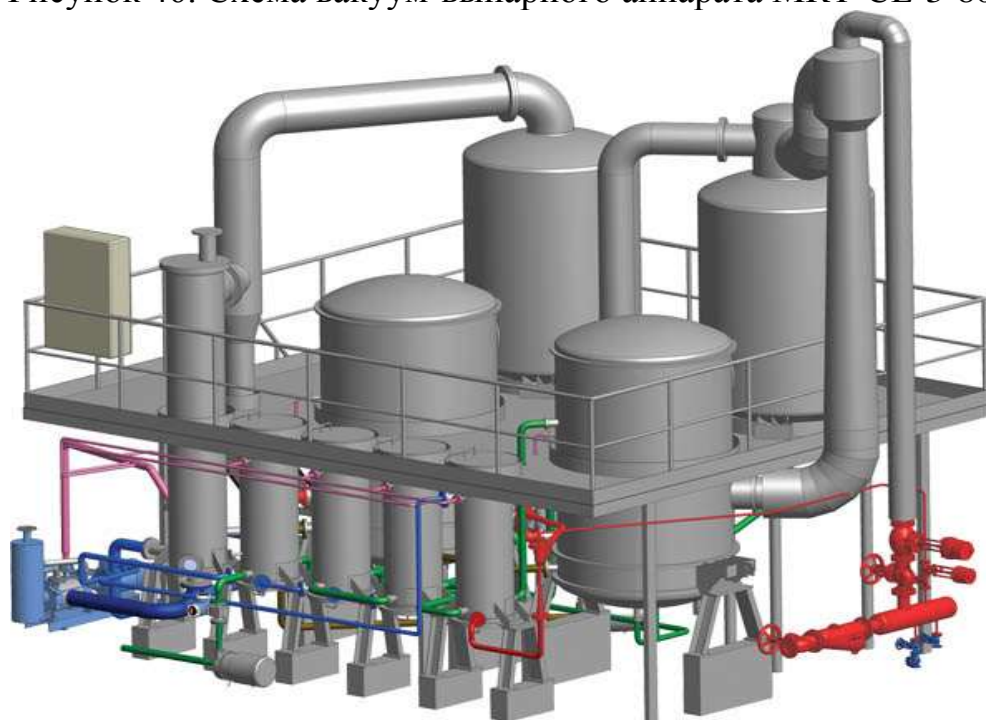


Рисунок 47. Внешний вид циркуляционного объемного вакуум-выпарного аппарата Виганд

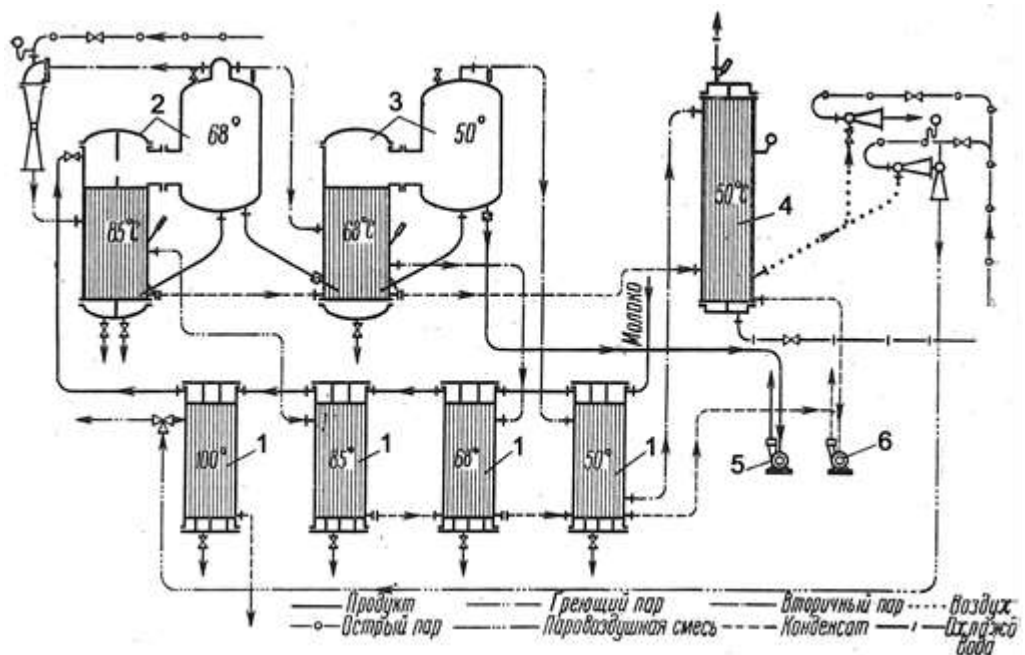


Рисунок 48. Схема циркуляционного объемного двухкорпусного вакуум-выпарного аппарата Виганд:

1 – подогреватель; 2 – калоризатор и пароотделитель первого корпуса; 3 – калоризатор и пароотделитель второго корпуса; 4 – поверхностный конденсатор; 5 – насос для сгущенного продукта; 6 – насос для конденсата.

Повышение массовой доли сухих веществ сгущенной смеси, направляемой на сушку, является одним из основных направлений интенсификации сушки и снижения затрат энергии на процесс выработки сухого молока в целом. Кроме того, повышение содержания сухих веществ в высушиваемой сгущенной смеси:

- повышает растворимость сухого продукта за счет снижения теплового воздействия при сушке;
- уменьшает содержание в сухом продукте воздуха, следовательно, и кислорода, поэтому повышает стойкость сухого продукта при хранении;
- обеспечивает увеличение размеров частиц сухого продукта и уменьшение объема мелкой фракции, плохо смачиваемой, плохо растворимой, склонной к уносу с уходящим воздухом;
- приводит к уменьшению отложений сухого порошка в сушильной башне [56].

Увеличение концентрации сухих веществ сгущенной смеси более 55 % сопровождается резким увеличением вязкости, желеобразованием в емкости перед сушилкой и не практикуется. Слишком крупные капли сгущенного молока

не успевают высохнуть и, с повышенной влажностью, оседают на внутренней поверхности сушильной башни.

В-третьих, сгущение в пленочных вакуум-выпарных аппаратах поточное, в циркуляционных объемных – периодическое по отдельным варкам. Возможен смешанный режим сгущения в циркуляционных вакуум-выпарных аппаратах – периодический до достижения требуемого содержания сухих веществ, далее поточный с забором молочного сырья и выпуском сгущенного продукта на протяжении всей варки. При смешанном выпаривании в 2-х корпусном циркуляционном вакуум-выпарном аппарате тепловое воздействие на сгущаемый продукт, заполняющий рабочую емкость, продолжается на протяжении всего производственного цикла (до 20 ч).

Процесс сгущения в аппаратах любого типа требует большого расхода воды для конденсации вторичного пара в поверхностном конденсаторе и сопровождается выделением большого объема конденсата, поэтому необходимы системы оборотного водоснабжения и системы использования конденсата.

Пар в вакуум-выпарном аппарате конденсируется обычным способом, при котором 2-ой корпус работает как конденсатор для 1-го корпуса и т.д. Пар из 4-го корпуса конденсируется в поверхностном конденсаторе посредством охлаждающей воды. При полной конденсации одного килограмма пара образуется один килограмм конденсата, имеющего то же давление и температуру, что и пар. Использование конденсата, в первую очередь, с вакуум-выпарных аппаратов – важнейшая экологическая и экономическая задача. В системе вакуум-выпарной аппарат – сушилка обычно организован отвод в котельную конденсата, имеющего наиболее высокую температуру, – после первого корпуса вакуум-выпарного аппарата и подогревателя перед сушилкой. Конденсат из последующих корпусов, выходящий из поверхностного конденсатора, часто не используется [57].

Между тем **аппараты с механической компрессией пара** имеют преимущества. Установки с механической компрессией используют

электроэнергию, но почти не потребляют пар, не считая тот, который необходим для запуска оборудования, что позволяет сокращать производственные затраты / Поворов А.А., Павлова В.Ф., Корнилова Н.В., Шиненкова Н.А. Выпарные аппараты с рекомпрессией водяного пара – энергосберегающая технология и оборудование (ЭСВА) "Мир гальваники", 2015/

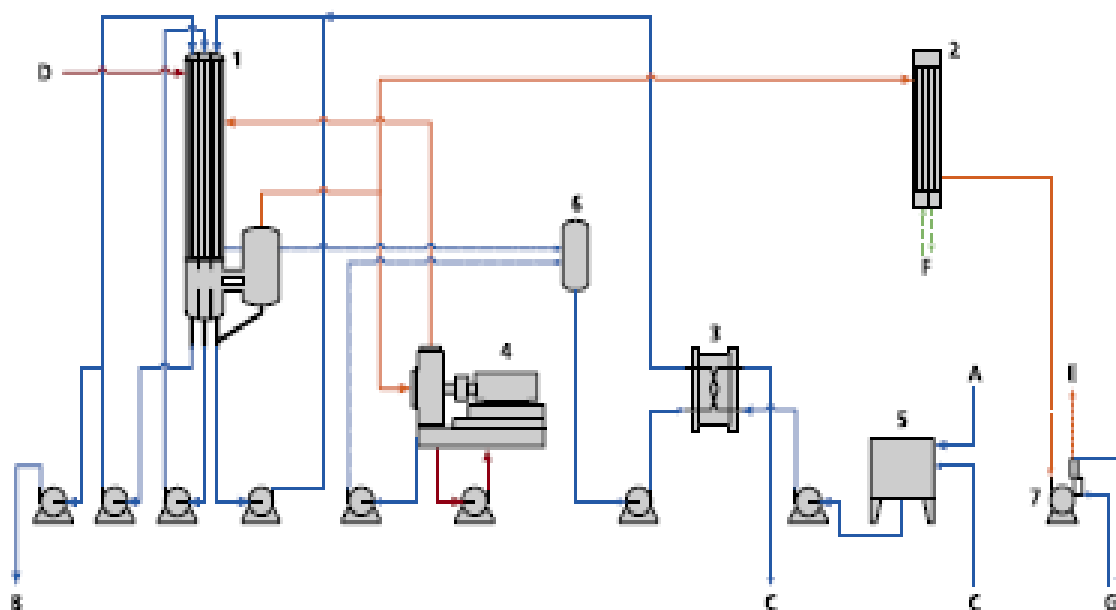


Рисунок 7. Внешний вид и составные части вакуум-аппарата с механической компрессией пара:

1- выпарной аппарат с падающей плёнкой; 2- конденсатор; 3- пластинчатый теплообменник –(нагревательная камера); 4 -парокомпрессор (радиальный вентилятор); 5- емкость подачи исходного раствора; 6- емкость сбора конденсата; 7- вакуумный насос; А- исходный раствор; В- концентрат; С- конденсат вторичного пара; D-свежий «греющий» пар; Е- деаэрация; F- охлаждающая вода; G- техническая вода.

Полное повторное использование скрытого тепла с помощью механической рекомпрессии является самым технологичным и, в конечном итоге, экономичным способом эксплуатации тепловых испарителей. Если пароструйный компрессор сжимает только часть вторичного пара, то в полном тепловом насосе весь вторичный пар сжимается механическим компрессором. Количество электрической энергии, необходимой для сжатия вторичного пара до давления греющего пара, значительно меньше энтальпии вторичного пара (т.е. меньше энергии, которую несет в себе вторичный пар). Принцип действия такого устройства сходен с тепловым насосом. Энергия конденсата пара часто используется для подогрева исходного раствора. Повторное использование тепловой энергии достигает 95%. Количество рассеиваемой теплоты при такой схеме значительно снижено, поскольку сам выпарной аппарат реутилизирует ту энергию, которая обычно отводится охлаждающей водой через конденсатор. В зависимости от рабочих условий может потребоваться добавка небольшого количества свежего пара или конденсация небольшого количества избыточного пара для поддержания теплового баланса выпарного аппарата и обеспечения стационарных рабочих условий. В качестве машин для сжатия пара в выпарных установках используются одноступенчатые радиальные воздуходувки (типа воздуходувок Рутса) в силу простоты их конструкции и удобства обслуживания. Это могут быть высоконапорные воздуходувки или турбокомпрессоры.

Дополнительные капиталовложения в устройства для механического сжатия делают выпарные аппараты с МРП более дорогими, чем выпарные аппараты с ТРП. Однако, эксплуатационные расходы выпарных аппаратов с

МРП значительно ниже, что делает их использование самым экономически эффективным.

На мировом рынке лидерами по производству выпарных установок с механической рекомпрессией пара являются фирмы Veolia Italia (Италия), GEA Wiegand (Германия), H<sub>2</sub>O GmbH (Германия), аппараты серии LOFT (Германия), GIG Karasek GmbH (Австрия) и др.

#### 2.4.2.3 Гомогенизация сгущенного молока

Гомогенизация проводится при выработке сухого цельного молока и сухих сливок. Гомогенизация оказывает влияние на устойчивость жировой фазы, а именно на ее дисперсность и наличие свободного жира. Средний диаметр жировых шариков в сгущенном молоке после гомогенизации должен быть не более 1 мкм. Свободный жир снижает качество и сроки хранения консервов на молочной основе. Содержание свободного жира в сухих продуктах выше 3 % вызывает ускоренную их порчу.

Гомогенизация может проводиться в широком диапазоне температур, начиная с температуры плавления жира, примерно 33 °С. В производстве сухих молочных продуктов сгущенную смесь гомогенизируют при температуре, с которой она выходит из вакуум-выпарного аппарата, но не ниже 45 °С.

Основной фактор, влияющий на эффективность процесса гомогенизации, – давление. Для всех видов консервов с увеличением давления гомогенизации средний диаметр жировых шариков монотонно уменьшается. В производстве сухого цельного молока для уменьшения массовой доли свободного жира ниже 3 % необходима гомогенизация сгущенной смеси при давлении 10 МПа [58].

Уменьшение размеров жировых шариков сопровождается увеличением их удельной поверхности, при этом возможно слипание диспергированных частиц и образование «гроздьев», которые ухудшают эффект диспергирования и могут выступать в роли коагулирующих частиц, снижая термоустойчивость молока.

При использовании двухступенчатой гомогенизации задача второй ступени состоит в раздроблении таких сравнительно неустойчивых образований, поэтому при производстве молочных консервов предпочтительна двухступенчатая гомогенизация, не влияющая на термоустойчивость молока. Рекомендуемое давление двухступенчатой гомогенизации при выработке сухого цельного молока на первой ступени –  $10 \pm 3$  МПа, на второй ступени –  $3 \pm 0,5$  МПа.

Гомогенизация – энергоемкая операция. Рабочее давление гомогенизаторов производительностью от 1,2 до 10 м<sup>3</sup>/ч 20 МПа, мощность электродвигателя – от 16,7 до 55 кВт. Известны различные менее энергоемкие устройства для повышения дисперсности молочного жира – эмульсоры, однако действующая технологическая инструкция по производству сухого цельного молока рекомендует использование только гомогенизаторов.

#### 2.4.2.4 Сушка сгущенной смеси

Подогрев сгущенного молока перед сушкой до 55-60 °С интенсифицирует процесс сушки за счет сокращения первой ее стадии – прогрева высушиваемого материала, из-за ослабления гидрофильных связей в жидком продукте. Повышение температуры концентрата на каждые 5° С увеличивает производительность сушилки на 1 %. Понижение температуры подаваемого на сушку сгущенного продукта сопровождается увеличением вязкости, что отрицательно влияет на процесс распыления, поэтому запас сгущенного продукта в промежуточной емкости перед сушилкой не должен превышать получасовой производительности сушильной установки.

Цель сушки – удаление свободной и частично связанной влаги для понижения активности воды и повышения хранимоустойчивости продукта.

Механизм сушки состоит в удалении влаги с поверхности высушиваемого материала при его соприкосновении с нагретым воздухом или нагретой поверхностью. Из-за перепада влагосодержания между поверхностным и последующим слоем идет перемещение вследствие диффузии влаги к поверхности. Скорость перемещения влаги внутри материала зависит от формы

и энергии связи ее с материалом, поэтому процесс сушки является физико-химическим. Сушка прекращается по достижении равновесной влажности, при которой устанавливается равновесие между давлением паров воды на поверхности высушиваемого вещества и в окружающем воздухе.

При больших объемах переработки молока контактная сушка на вальцовых сушилках не используется. Применяется распылительная одностадийная сушка или сочетание распылительной и конвективной сушки – двухстадийная сушка и трехстадийная сушка в сушилках со встроенным кипящим слоем и в сушилках со встроенным ленточным конвейером [59].

*Одностадийная сушка.* Первые аппараты, которые осуществляли сушку в сушильной башне за один этап, появились в начале двадцатого века. Основная часть – это сушильная башня с распылителем. Фильтр обеспечивает очистку воздуха, который нагревается в калорифере. Нагнетательный вентилятор, подает нагретый воздух в сушильную башню, куда также подается сгущенное молоко. Отработанный воздух выводится с помощью циклона. Различные транспортеры или система пневмотранспорта обеспечивают окончательный сбор готового продукта (рисунок 49).

Режимы одностадийной распылительной сушки представлены в табл. 58.

Таблица 58 – Режимы одностадийной распылительной сушки

Показатели сушки	Параметры
Температура горячего воздуха, подаваемого в сушильную башню	140-180 °С
Температура сгущенного продукта, поступающего в сушилку	55–65°С не менее 42 °С
Предварительное сгущение , массовая доля сухих веществ: обезжиренного молока	42-50 %
цельного молока	48-55 %
Температура воздуха, выходящего из сушилки	70-90°С
Влага высушиваемого продукта	3-4 %
Продолжительность сушки	5-30 с

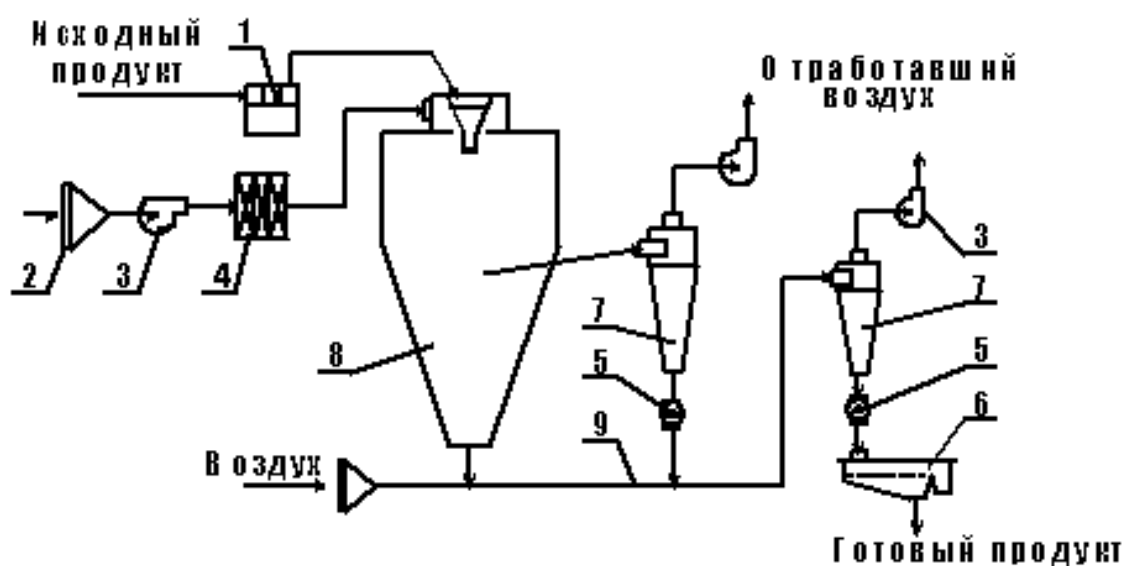
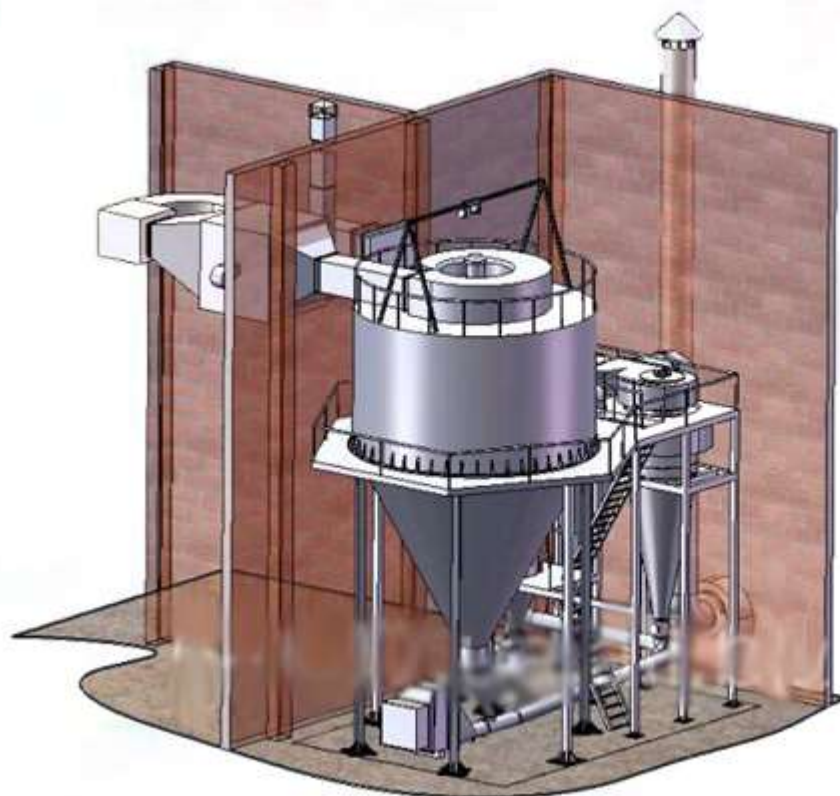


Рисунок 49. Внешний вид и схема одностадийной сушки:  
 1 – насос, 2 – фильтр, 3 – вентилятор, 4 – калорифер, 5 – питатель шлюзовой, 6 – сито вибрационное, 7 – циклон, 8 – сушилка распылительная, 9 – линия пневмотранспорта.

Одностадийная распылительная сушка отличается высокой скоростью. В отличие от контактной сушки в ней отсутствует контакт сгущенного продукта с внутренней поверхностью сушилки, что упрощает решение проблем коррозии и выбора материала для сушильной камеры, а также возможна сушка всех видов

молочного сырья. Однако такой способ требует больших затрат тепловой и электрической энергии, имеют место значительный прогрев частиц, наличие пригорелых частиц, весомые потери сухого продукта с уходящим воздухом и потери ароматических веществ.

*Двухстадийная сушка.* Аппараты двухстадийной сушки появились в шестидесятых годах прошлого столетия. Появление этих машин было вызвано несколькими причинами и прежде всего существенным повышением стоимости энергоносителей. В результате многочисленных опытов эксперты решили производить сушку не в один, а в несколько этапов. Первый этап предполагает высокоскоростную [распылительную сушку](#). При этом воздух, выходящий из сушилки, имеет пониженную температуру, повышается производительность сушилки и содержанием влаги в высушиваемом продукте. Второй этап происходит в другом аппарате – вибрационной конвективной сушилке, в котором порошок досушивается до требуемого влагосодержания, изменяется структура молочного порошка – образуются агломераты частиц, отличающиеся не только наружным, но и внутренним смачиванием, что повышает растворимость сухого молока. На втором этапе происходит охлаждение частиц подачей в конвективную сушилку охлажденного воздуха (рисунок 50). Режимы двухстадийной сушки с внешним кипящим слоем представлены в таблице 59.

Таблица 59 – Режимы двухстадийной сушки с внешним кипящим слоем

Показатели сушки	Параметры
<i>Первая стадия сушки</i>	
Температура горячего воздуха, подаваемого в сушильную башню	145-210°C
Температура сгущенного продукта, поступающего в сушилку	45-50°C
Предварительное сгущение, массовая доля сухих веществ молока	40-55%
Температура воздуха, выходящего из сушилки	60-80°C
Влага высушиваемого продукта	6-7%
<i>Вторая стадия сушки</i>	
Температура горячего воздуха, подаваемого в сушилку «кипящего слоя»	105-110°C; 75-85°C
Температура холодного воздуха, подаваемого в сушилку «кипящего слоя»	2-12 °C
Влага продукта	3-4 %
Температура продукта	не более 25 °C

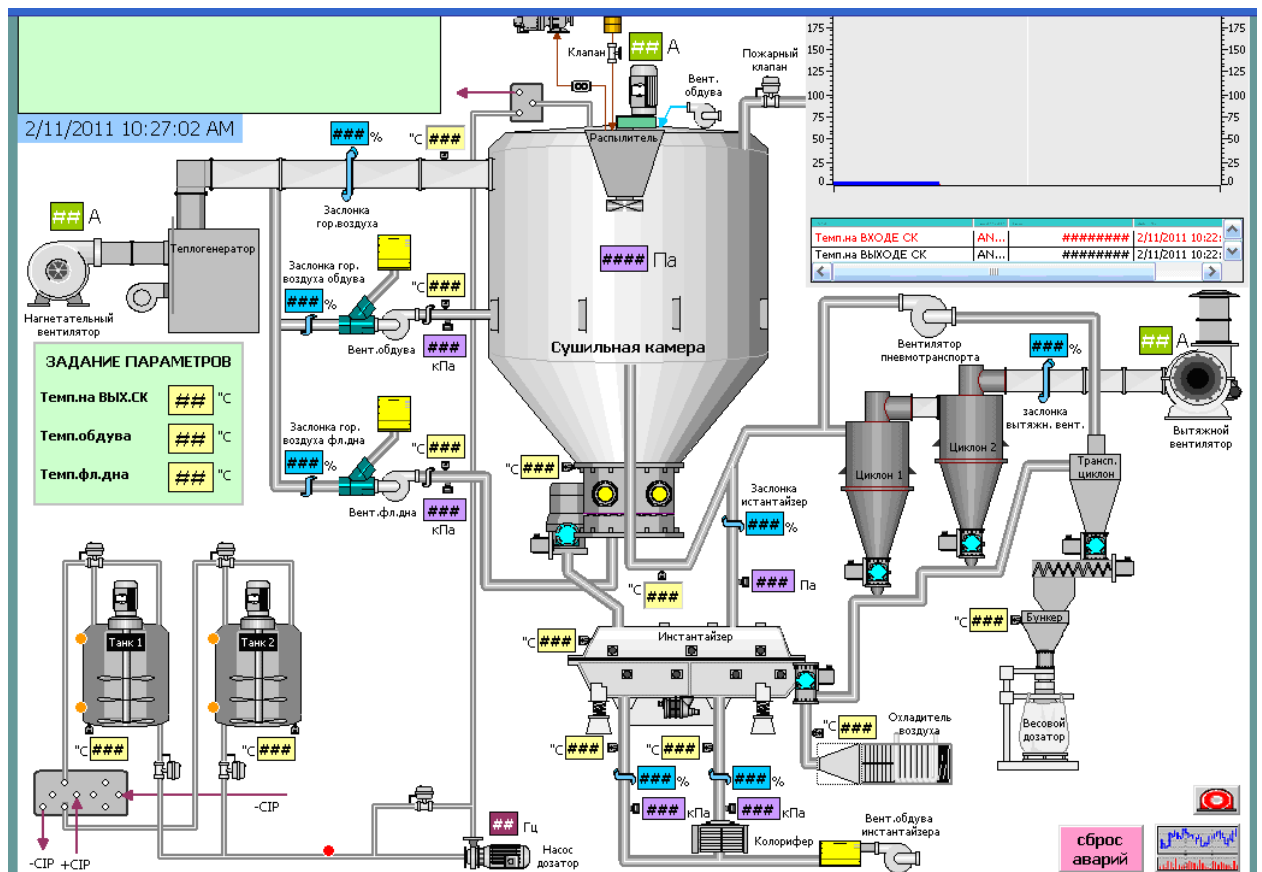


Рисунок 50. Двухстадийная сушка

Распылительно-сушильная установка VRA-4 Чехословакия, производительность 1000 кг/ч и.в., производительность по сухому молоку около 750 кг/ч. Технические характеристики: Давление насыщенного пара 1 МПа, потребление пара 3800 кг/ч, температура воздуха на выходе из сушильной камеры 85 °С, температура воздуха на входе в сушильную камеру 180 °С. Устройство для подогрева воздуха – калорифер.

В сухом молоке двухстадийной сушки существенно уменьшается количество пересушенных и пригорелых частиц, улучшаются качественные показатели готового продукта, в том числе растворимость. Повышаются технико-экономические показатели сушильного оборудования. Удельные энергозатраты на сушку по двухстадийной схеме на 15-20 % ниже, чем на сушку по одностадийной схеме. Частицы сухого молока – агломераты с капиллярно-пористой структурой и размерами от 250 до 500 мкм (рисунок 51), хорошо смачиваемые, быстро растворимые, имеющие пониженную гигроскопичность.

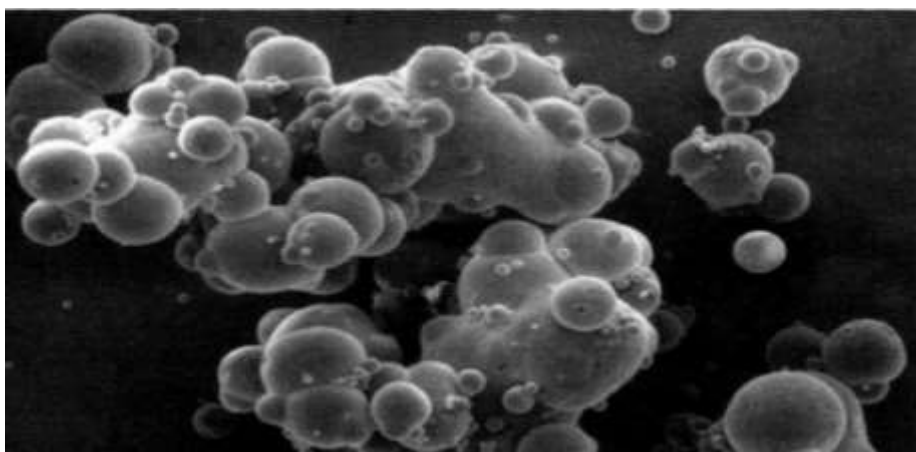


Рисунок 51. Микрофотография агломерированного сухого продукта

Производительность сушильной установки, как важнейший показатель эффективности ее эксплуатации, определяется, среди прочих, следующими основными параметрами:

$\Delta t_{\text{возд}}$  – разность температур воздуха на входе и выходе из сушилки, °С, (25 %);

$\text{СМО}_{\text{сгущ}}$  – концентрация сгущенного молока, %, (23 %);

$d_{\text{возд}}$  – начальное влагосодержание воздуха, г/кг, (5 %)\*.

\* В скобках показана значимость каждого параметра в процентах, экспериментально установленная на сушилке А1-ОР2Ч [60].

Разность температур воздуха на входе и выходе из сушилки увеличивается при повышении температуры входящего воздуха и понижении температуры выходящего воздуха. При повышении температуры сушильного воздуха снижается энергопотребление, так как в соответствии с диаграммой I-d начальное теплосодержание и способность поглощать влагу возрастают с повышением температуры. В сушилках одностадийной сушки температура подаваемого сушильного агента не превышает 180 °С. Температура воздуха, выходящего из сушилки, 70-90 °С. Понижение температуры выходящего воздуха при двухстадийной сушке позволило увеличить температуру теплоносителя, подаваемого в сушильную башню, до 210 °С, так как при снижении температуры выходящего воздуха повышается его влагосодержание, в результате чего первая стадия процесса (распылительная сушка) проходит при более мягких режимах без ухудшения качества продукта и риска его возгорания. При увеличении  $\Delta t_{\text{возд}}$  повышается производительность сушилки.

Трехстадийная сушка организована в установке со встроенным кипящим слоем и конвективной сушилкой (рисунок 52) и в установке со встроенным ленточным конвейером (рисунок 53). На появление трехстадийной сушки повлияла трудность подачи влажных, липких недосушенных частиц этих продуктов из распылительной сушилки в конвективную. Температура горячего воздуха, поступающего в сушильную башню, может быть повышена до 260 °С. При этом температура отработавшего воздуха также значительно снижена.

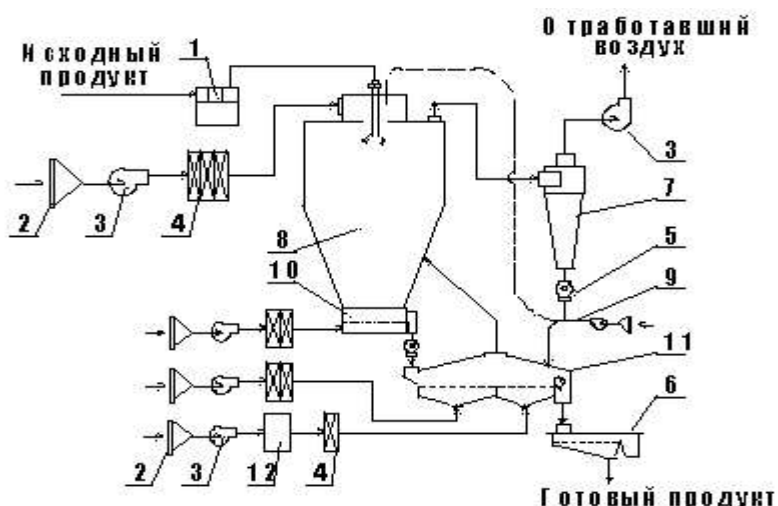


Рисунок 52. Схема трехстадийной установки со встроенным кипящим слоем и конвективной сушилкой:

1 – насос, 2 – фильтр, 3 – вентилятор, 4 – калорифер, 5 – питатель шлюзовой, 6 – сито вибрационное, 7 – циклон, 8 – сушилка распылительная, 9 – линия пневмотранспорта, 10 – сушилка кипящего слоя, 11 – сушилка конвективная, 12 – охладитель.

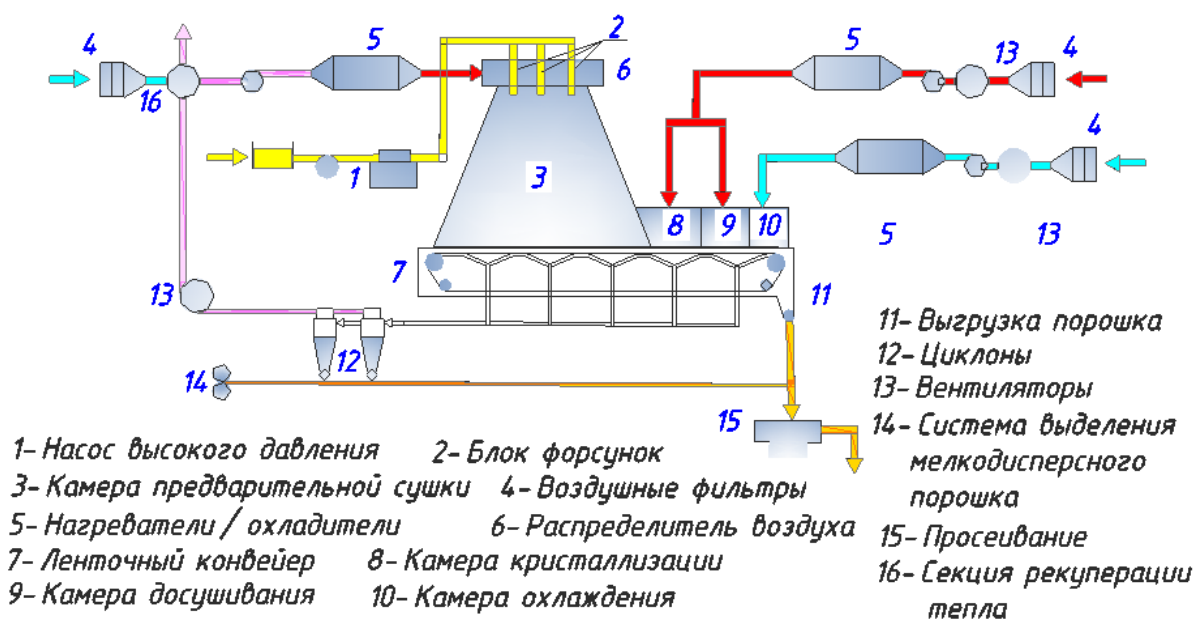


Рисунок 53. Схема трехстадийной установки со встроенным ленточным конвейером

Пониженная температура воздуха, выходящего из сушильной башни, и удаление связанной влаги, требующее максимального расхода теплоты, в виброконвективной сушилке при более низких температурах и в меньшем объеме, имеющие место при многостадийной сушке, снижают энергопотребление на процесс сушки в целом на 15-20 %, повышают производительность сушилки на 15-20 % в сравнении с одностадийной сушкой. При этом готовый продукт отличается повышенной растворимостью и пониженной гигроскопичностью.

Завершение сушки в конвективной сушилке или на встроенном ленточном конвейере включает процесс охлаждения холодным воздухом, при этом температура готового продукта не превышает 25 °С.

Влияние концентрации сгущенного молока и температуры сгущенной смеси на процесс сушки и качество сухого молока рассмотрено в подразделе 2.4.2.2 Сгущение.

Начальное влагосодержание воздуха в сушильном отделении должно поддерживаться на низком уровне – 4-8 г/кг зимой и 10-12 г/кг летом. Необходимо исключить мойку вблизи сушильной установки, обеспечить максимальную герметизацию цеха сушки. При высоком содержании влаги в воздухе производительность сушилки снижается, в продукте могут появляться комки, увеличивается налипание порошка на стенах сушильной башни.

Сравнительная оценка удельного потребления энергии на процесс сушки дана в таблице 60.

Таблица 60 – Расход энергии на сушку в различных сушильных установках

Показатель	Единица измерения	А*	Б*	В*	Г*
Производительность	Кг/ч и.в.	1150	1440	2135	2785
Удельное потребление энергии	Ккал/кг готового продукта	1595	1350	1038	960
КПД установок	%	0,54	0,62	0,75	0,8

А\*– одноступенчатая сушильная установка с системой пневмотранспорта;

Б\*– двухступенчатая сушильная установка с инстантайзером;

В\*– двухступенчатая сушильная установка с аппаратом встроенного кипящего слоя и пневмотранспортом;

Г\*– трехступенчатая высокотемпературная сушильная установка с аппаратом встроенного кипящего слоя и инстантайзером

Компания «Вздухоторг» предлагает и проводит модернизацию установок одностадийной сушки для перехода на многостадийную сушку. Конструктивно вторая стадия организована на так называемом «флюидном дне», расположенном в нижней части сушильной камеры (рисунок 54) [61].



Рисунок 54. Модернизация одностадийной сушки

Недосушенный продукт падает на перфорированную решетку «флюидного дна», через отверстия которой снизу продувается сушильный воздух. При этом образуется кипящий слой, и продукт досушивается. На третьей стадии досушки применен отдельный виброаппарат, разделенный на три секции (рисунок 55).



Рисунок 55. Виброаппарат для досушки и охлаждения  
В первой секции предусмотрена возможность напыления лецитина на слой

высушиваемого продукта с целью придания сухому молоку свойств быстрой растворимости.

Слой продукта во всех трех секциях продувается горячим воздухом, благодаря чему достигаются досушка и равномерное распределение лецитина по поверхности частиц.

Модернизация включает также:

- установку "воздушной метлы" – системы очистки стенок сушилки от налипшего продукта;
- замену паровых калориферов на калориферы на газовом или жидком топливе;
- оснащение сушилок системой возврата мелкой фракции – агломерацию;
- оснащение сушилок одним высокоэффективным циклонным отделителем для очистки отработанного воздуха (вместо батареи циклонов или рукавных фильтров старого типа);
- оснащение сушилок современными рукавными фильтрами, в т.ч. санитарного исполнения;
- оснащение сушилок системой бункерного хранения готового продукта, современной линией расфасовки и упаковки;
- оснащение сушилок дополнительным оборудованием для приготовления многокомпонентных сухих смесей и соответствующим фасовочным оборудованием.

При переводе процесса сушки на двухстадийную схему производительность увеличивается на 10-12 %, на столько же снижаются удельные энергозатраты, унос продукта уменьшается на 1-2 %, улучшается растворимость продукта, снижается группа чистоты.

Еще большего улучшения технико-экономических показателей можно достичь при переводе сушилки на трехстадийную схему с помощью введения виброаппарата для досушки и охлаждения готового продукта. При этом удельные энергозатраты могут быть снижены еще на 10-15 % (таблица 61) [61].

Таблица 61 – Эффект модернизации одностадийной сушки

Мероприятие	Снижение удельных энергозатрат, %	Повышение производительности, %
Перевод работы сушилки на двухстадийный процесс сушки	10-12	10-12
Перевод работы сушилки на трехстадийный процесс сушки	20-25	20-25
Замена парового калорифера на огневой (газовый)	30-50	10-12
Замена паротурбинного привода распылителя на электрический	25-30	-
Установка "воздушной метлы" для снижения уноса продукта на 1-2 %	2-4	1-3

#### 2.4.2.5 Резервирование, фасование, упаковка сухого молока

Высушенное и охлажденное в системе пневмотранспорта или на второй или третьей стадии сушки молоко с температурой не более 25 °С направляется на резервирование в бункеры. Организация бункерного хранения готового продукта позволяет широко манипулировать ассортиментом вырабатываемых продуктов и организовать односменную работу фасовочного оборудования. Сухое молоко фасуют в потребительскую и транспортную упаковку. Основной вид транспортной упаковки – бумажные непропитанные 2-6-слойные мешки с полиэтиленовым вкладышем массой 25-30 кг. Потребительская упаковка:

- термоформованные пакеты из полимерных материалов с хорошо читаемой маркировкой, максимально сохраняющие свойства продукта;
- клееные пачки с внутренним герметично заделанным пакетом из алюминиевой фольги или целлофана;
- комбинированные банки со съёмной крышкой массой 250 и 500 г;
- металлические банки со сплошной или съёмной крышкой массой нетто 250, 500, 1000 г.

Ориентировочный срок годности сухого молока при температуре от 0 до 10 °С и относительной влажности воздуха не более 85 % в транспортной и потребительской упаковке – 8 месяцев. Срок годности может быть увеличен до 24 месяцев при герметичной упаковке продукта в атмосфере азота и с добавлением антиокислителей.

*Особенности технологического процесса производства сгущенного молока*

*с сахаром периодическим и поточным способом*

2.4.3.1 Пастеризация (тепловая обработка) молока или молочно-сахарной смеси

Пастеризация (тепловая обработка) как в периодическом, так и в поточном способе, проходит в подогревателях, соответственно, циркуляционного объемного или пленочного вакуум-выпарного аппарата и описана в подразделе 2.4.2.1.

В поточном способе более жесткий режим тепловой обработки молочно-сахарной смеси – 125 °С с последующим охлаждением до 95 °С, чем в периодическом.

Режим обработки нормализованной молочной смеси – 105±2 °С с последующим охлаждением до 75-80 °С, однако в поточном способе отсутствует расход тепла на приготовление сахарного сиропа.

2.4.3.2 Гомогенизация и сгущение

Сравнение процессов сгущения в циркуляционных объемных и пленочных вакуум-выпарных аппаратах дано в подразделе 2.4.2.2.

В традиционном способе гомогенизация при температуре от 55 до 80 °С и давлении на одноступенчатом гомогенизаторе от 7 до 15 МПа, на двухступенчатом гомогенизаторе при давлении на первой ступени от 7 до 15 МПа, на второй – от 2,5 до 3,5 МПа, предшествует процессу сгущения.

В поточном способе процесс сгущения молочно-сахарной смеси до концентрации сухих веществ не менее 73,5 % непрерывно-поточный в пленочном вакуум-выпарном аппарате с финишером, далее синхронно со сгущением проводится гомогенизация сгущенного молока с сахаром при температуре 50 °С и давлении 2-2,5 МПа и охлаждение продукта. Такой вариант гомогенизация значительно экономнее, чем в традиционном способе, так как обработке подлежит объем продукта, меньший примерно в 2,5 раза, чем объем молочной смеси.

Сгущение в традиционном способе идет по отдельным варкам при температуре кипения от 70 до 80 °С в первом корпусе и от 50 до 54 °С во втором. При этом на разных этапах варки – в начале, в конце, или по частям – половина в начале, вторая половина в конце, к сгущаемой молочной смеси добавляется сахарный сироп.

Сахарный сироп готовят с использованием сахарозы в виде свекловичного или тростникового сахара-песка, соответствующего требованиям стандарта, и воды питьевого качества. Оптимальная концентрация сахарного сиропа 60-70 %.

Сахарный сироп доводят до кипения, но выдержка при температуре кипения недопустима. Сразу после приготовления сироп подается в вакуум-выпарной аппарат.

После введения сахарного сиропа сгущение в вакуум-выпарном аппарате должно продолжаться еще в течение 20-30 мин, чтобы в продукте не было привкуса сахарного сиропа. Варка заканчивается при концентрации сухих веществ продукта примерно 70 %, и продукт подается на охлаждение в вакуум-охладитель.

#### 2.4.3.3 Охлаждение сгущенного молока с сахаром

Охлаждение сгущенного молока с сахаром – операция не только снижения температуры – от температуры сгущения в вакуум-выпарном аппарате 50 -54 °С до 18-22 °С, но и формирования однородной консистенции продукта. При несоблюдении принятых правил проведения охлаждения может быть получено сгущенное молоко с сахаром мучнистой или даже песчанистой консистенции.

В традиционном периодическом способе продукт охлаждают в вакуум-охладителях. В условиях изменяющегося разрежения – не ниже  $931 \cdot 10^2$  Па в начале и  $(971-997) \cdot 10^2$  Па в конце охлаждения, сгущенное молоко с сахаром находится в кипящем состоянии.

Пары кипящего молока удаляются, конденсируются. При этом повышается концентрация сухих веществ – при охлаждении на 1 °С примерно на 0,1 %, поэтому при вакуумном охлаждении сгущенное молоко выпускают из вакуум-

выпарного аппарата недосушенным с учетом достижения стандартного состава продукта – не менее 73,5 % сухих веществ в процессе охлаждения.

Для управления процессом кристаллизации лактозы и получения продукта однородной консистенции в процессе охлаждения при температуре массовой кристаллизации лактозы от 25 до 37 °С, вносят 0,02 % затравки, мелкокристаллической лактозы с размером кристаллов не более 4 мкм. Затравку предварительно подвергают тепловой обработке – прокаливанию, чтобы исключить бактериальное загрязнение продукта.

В поточном способе продукт охлаждают в потоке в пластинчатых теплообменниках, также до 18-22 °С и с внесением затравки, при этом изменения концентрации сухих веществ не происходит и стандартная концентрация сухих веществ сгущенного молока с сахаром – не менее 73,5 %, должна быть обеспечена при сгущении в пленочном вакуум-выпарном аппарате.

Поточный способ охлаждения требует дальнейшей выдержки продукта при 20-24 °С в течение 4-6 ч при постоянном перемешивании для завершения процесса кристаллизации лактозы и получения однородной консистенции сгущенного молока с сахаром. Далее сгущенное молоко с сахаром направляется на фасование и упаковку.

Основной вид упаковки сгущенных молочных консервов с сахаром – банки из белой жести электролитического и горячего лужения оловом. Толщина оловянного покрытия  $\approx 0,3$  мкм. Белая жечь устойчива к коррозии за счет слоя олова, нанесенного на поверхность. В связи с высокой стоимостью олова применяют и другие упаковки. Известна технология гальванического хромирования стали, такой материал характеризуется повышенной термостойкостью, отличным соединением с покрытием, пригодностью к литографированию.

Сгущенные консервы фасуют также в картонную упаковку Тетра-Брик-Асептик вместимостью от 200 до 1000 г, изготовленную из ламинированного белого картона высокого качества, обеспечивающую более высокий уровень герметичности, чем жестяная банка, в упаковку Дой-Пак – стоячие пакеты.

Упаковочный материал для «Дой-Пак» – 2-х, 3-х, 4-х - слойная композиция на основе алюминиевой фольги и полимерных пленок.

Продукт фасуют также в стаканчики из полимерных материалов. Рекомендуются срок годности продукта при температуре 10 °С и относительной влажности воздуха 85 % при упаковке в металлические банки 15 месяцев, при упаковке в транспортную упаковку – 8 месяцев.

### Особенности технологии сгущенных стерилизованных молочных консервов

При выработке сгущенного стерилизованного молока предъявляются особо жесткие требования к термоустойчивости молочного сырья и проводится контроль термоустойчивости по алкогольной пробе.

Технологический процесс ориентирован на достижение промышленной стерильности и уничтожение не только большей части микроорганизмов, но и их спор. Для этого сразу после приемки проводится двукратная центробежная очистка молока с подогревом или без подогрева или бактофугирование молока.

Такую же роль выполняет и многократная тепловая обработка: первая – нагревание перед резервированием молока при температуре  $90\pm 2$  °С или  $74\pm 2$  °С, вторая – тепловая обработка перед сгущением в вакуум-выпарном аппарате при температуре  $125\pm 5$  °С с выдержкой 30 с и последующим охлаждением до  $86\pm 2$  °С, третья – стерилизация расфасованного продукта при температуре 116-118 °С в течение 14-17 мин.

Сгущение нормализованной молочной смеси проходит в пленочном вакуум-выпарном аппарате до массовой доли сухих веществ 20 или 25 % в зависимости от вида продукта при температуре по корпусам  $78\rightarrow 66\rightarrow 56$  °С.

Сгущенная молочная смесь гомогенизируется на двухступенчатом гомогенизаторе при температуре  $T = 74\pm 2$  °С и давлении на первой ступени  $18\pm 1$  МПа, на второй –  $3\pm 0,5$  МПа.

Гомогенизация обязательна ввиду низкой вязкости готового продукта,

имеющего консистенцию жидких сливок, возможности вытапливания жира при стерилизации и отстоя белково-жирового слоя при хранении продукта.

Далее проводится охлаждение, резервирование молочной смеси и стабилизация солевого состава ввиду снижения при нагревании устойчивости казеинового комплекса из-за нарушения равновесия между растворенными, коллоидными и связанными с казеином формами солей.

Цель стабилизации солевого состава – предупреждение коагуляции белков при последующей стерилизации.

Стабилизация солевого состава заключается в определении дозы солей, внесении их в охлажденную сгущенную молочную смесь и выдержке молока с солью в течение 5-6 часов.

В роли солей стабилизаторов выступают цитраты натрия и калия, фосфаты натрия и калия, двухкомпонентная смесь из двузамещенного фосфорнокислого натрия и трехзамещенного лимоннокислого калия в соотношении 1:1, четырехкомпонентная смесь из двух и более простых смесей – фосфатной (из двузамещенного фосфорнокислого натрия и калия в соотношении 1:3) и цитратной (из трехзамещенного лимоннокислого натрия и калия в соотношении 1:3) и другие соли.

После проведения пробной стерилизации, подтверждающей правильность выполненной стабилизации солевого состава, подготовленную сгущенную молочную смесь фасуют в жестяные банки разной вместимости или в контейнеры из ламистера, которые выгодно отличаются от жестяных банок. Их преимущества:

- эстетичный внешний вид;
- меньший вес и меньшая стоимость;
- отсутствие необходимости в консервном ноже при вскрытии;
- уменьшение опасности пищевых отравлений за счет отсутствия контакта продукта с металлом;
- эквивалентный металлической таре срок годности;
- компактность порожней тары при транспортировке и хранении

(конусообразная форма позволяет вкладывать упаковки одна в другую);

- более дешевое и компактное фасовочное оборудование;
- стойкость к высоким температурам, позволяющая осуществлять стерилизацию продукта в ламистерной упаковке;
- высокая теплопроводность материала.

После фасования упаковки с продуктом фасуют. Формула стерилизации отражает параметры процесса в стерилизаторах непрерывного действия:

$$\frac{A+B+C}{T}, \text{ где:}$$

A – продолжительность нагрева до температуры стерилизации, мин;

B – продолжительность стерилизации, мин;

C – продолжительность охлаждения после стерилизации, мин;

T – температура стерилизации, °C.

Стерилизация должна обеспечить промышленную стерильность продукта, то есть состояние, при котором в продукте отсутствуют: возбудители - порчи продукта;

- патогенные и токсикогенные формы;
- *C. Botulinum*, но могут присутствовать микроорганизмы, не способные развиваться и вызывать порчу при регламентируемых условиях хранения:
- не более 11 клеток в 1 г спорообразующих мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов группы *B. subtilis*;
- мезофильные клостридии, не относящиеся к *C. botulinum* и *C. perfringens*, не более 1 клетки в 1 г.

Продукт не отвечает требованиям промышленной стерильности, если в нем обнаруживают:

- спорообразующие мезофильные аэробные и факультативно анаэробные микроорганизмы групп *B. cereus* и *B. polymyxa*;
- неспорообразующие микроорганизмы и плесневые грибы.

После завершения стерилизации проводят проверку промышленной стерильности.

Стандартный метод определения промышленной стерильности включает:

- термостатирование консервов при  $37\pm 1$  °С в течение 6 суток;
- определение внешнего вида упаковки, выявление вздутия, бомбажа;
- органолептическую оценку образцов без внешних дефектов упаковки – в продукте не должно быть органолептических изменений;
- просмотр микроскопического препарата – в поле зрения микроскопа бактериальные клетки должны отсутствовать;
- выявление в продукте жизнеспособных клеток микроорганизмов методом посева;
- определение, при необходимости, спорообразующей способности, группы, семейства микроорганизмов, опасных для потребителя и их количества;
- определение рН продукта в случаях, предусмотренных нормативным документом на конкретный вид продукта;
- оценку промышленной стерильности на основании полученных результатов.

Испытание на стерильность сгущенного стерилизованного молока проводят не менее чем в 45 образцах от каждой партии продукта с отбором банок в потоке через равные интервалы времени.

Срок годности продукта устанавливает изготовитель. Как правило, гарантийный срок хранения продукта – не более 12 месяцев при температуре от 0 до 10<sup>0</sup> С и относительной влажности воздуха не более 85 %.

### **Описание технологического процесса и оборудования для производства мороженого**

*Приготовление смеси.* Составление смеси для мороженого включает подготовку ингредиентов, их взвешивание, дозирование и перемешивание. Все жидкие ингредиенты (молоко, сливки, сгущенное молоко, сироп и т.п.) помещают в резервуар, нагревают и перемешивают. Порошковые ингредиенты (СОМ, СЦМ, сухая сыворотка, какао-порошок, стабилизатор-эмульгатор) добавляют в ходе перемешивания жидких ингредиентов при температуре 40-45 °С. При внесении стабилизатора-эмульгатора необходимо следовать

рекомендациям фирм-изготовителей. Добавляемые замороженные ингредиенты подвергаются предварительной дефростации и измельчению.

Для смешивания компонентов смесей применяют смесители различной конструкции: смеситель порционной загрузки, смеситель непрерывной загрузки (смесительная воронка) и установку непрерывного смешивания.

Для удаления из смеси нерастворившихся комочков сырья и возможных механических примесей её фильтруют после растворения компонентов и после пастеризации. Для фильтрования смеси применяются фильтры типа А1-ОФШ. Он состоит из двух взаимозаменяемых камер, работающих поочередно. По мере засорения одну из камер отключают на очистку, а в работу включают вторую. В производстве мороженого применяют также цилиндрические фильтры, предназначенные для фильтрации молока.

*Пастеризация.* Пастеризация смесей предназначена для уничтожения патогенных бактерий и снижения общего объёма микрофлоры. Результатом пастеризации является почти полное прекращение жизнедеятельности микроорганизмов. Вместе с тем возможно повторное бактериальное обсеменение смеси. В связи с этим необходимо при последующей технологической обработке смеси и её хранении соблюдать все санитарно-гигиенические правила производства.

При пастеризации обязательно соблюдение соответствующих режимов – температуры пастеризации и продолжительности выдерживания смеси при этой температуре. На предприятиях, вырабатывающих мороженое, смесь пастеризуют в аппаратах непрерывного действия – автоматизированных пластинчатых пастеризационно-охладительных установках, трубчатых пастеризаторах и пастеризаторах с вытеснительным барабаном, а также в аппаратах периодического действия – ваннах со змеевиковой мешалкой, ваннах длительной пастеризации, сыродельных ваннах, резервуарах и т.п.

Смесь из смесительной емкости, пройдя через фильтр, поступает на пастеризацию. При использовании пастеризационно-охладительных установок смесь пастеризуют при температуре 80-85 °С с выдержкой 50-60 с.

Пастеризацию в трубчатых пастеризаторах проводят при температуре 80-85 °С с выдержкой 50-60 с или без выдержки при температуре от 92-95 °С. В пастеризаторах с вытеснительным барабаном смесь пастеризуют при температуре 80-85 °С с выдержкой 15-20 с.

При использовании аппаратов периодического действия применяют следующие режимы пастеризации смесей мороженого: при температуре от 68 до 72 °С выдержка от 30 до 25 мин; при температуре 73-77 °С – 15-20 мин; при температуре 78-82 °С выдержка 10-8 мин и при температуре 83-87 °С выдержка 3-5 мин.

*Гомогенизация.* После пастеризации и последующего фильтрования жиродержащие смеси гомогенизируют для создания эмульсии и предотвращения её расслаивания при хранении и фризировании смесей.

Смеси гомогенизируют при температуре, близкой к температуре пастеризации, не допуская охлаждения смесей. Чем больше массовая доля жира в смеси, тем меньше давление гомогенизации. Оптимальное давление гомогенизации зависит также от вида исходного сырья и конструкции гомогенизатора.

Рекомендуемое давление гомогенизации на первой ступени в зависимости от массовой доли жира в смеси приведено в таблице 68. Давление второй ступени гомогенизации должно составлять от 4,5 до 5,0 МПа.

Таблица 68 – Ориентировочное давление гомогенизации на первой ступени в зависимости от содержания жира в смесях

Содержание жира, %	Давление, МПа
1 – 8	19,3 – 20,7
8 – 10	17,2 – 19,3
10 – 12	15,8 – 17,2
12 – 14	13,7 – 15,1
14 – 16	12,4 – 13,7
16 – 18	10,3 – 12,4

При гомогенизации шоколадных смесей и смесей с высоким содержанием сухих веществ давление уменьшают на 3,45 МПа. Сочетание в шоколадных смесях масла какао и сухих веществ какао повышает вязкость смеси. Следовательно, для исключения получения смесей с чрезмерно высокой вязкостью, давление гомогенизации снижают, увеличивая тем самым

противодавление смеси через теплообменники. Кроме того в какао содержится некоторое количество оболочек какао-бобов способных привести к износу клапанов гомогенизатора.

*Охлаждение смесей.* Сразу же после гомогенизации смеси охлаждают до температуры 2-6 °С с целью создание неблагоприятных условий для жизнедеятельности развития микроорганизмов, которые могут попасть в смесь после пастеризации.

Охлаждение также необходимо для подготовке смесей к следующему процессу обработки. Охлаждение смесей осуществляется в секциях охлаждения автоматизированных пластинчатых пастеризационно-охладительных установках. Смесь охлаждают в начале холодной затем ледяной водой температурой 1-2 °С или хладоносителем с более низкой температурой. Желательно чтобы температура хладоносителя была в пределах -5...-7 °С.

*Созревание.* Охлаждённую смесь направляют в специальные теплоизолированные емкости с охлаждением, где происходит её хранение до фризирования.

Хранение смеси допускается не более 24 часов при температуре 4-6 °С и не более 48 часов при температуре 0,4 °С. В процессе хранения происходит дальнейшая гидратация белков гидроколлоидов, что приводит к повышению вязкости смеси. Отвердевает жир в жировых шариках, происходят структурные изменения оболочек жировых шариков, способствующие при фризировании смеси частичной дестабилизации жировой фазы и стабилизации воздушных пузырьков.

Все эти процессы положительно влияют на формирование структуры мороженого. Процесс созревания смеси длится около 4 часов.

Для созревания и хранения охлаждённых смесей мороженого используют емкостные аппараты типов Л5-ОТН6,3 и Я1-ОСВ. Эти аппараты выполнены полностью из коррозионно-устойчивой стали на высоком техническом и эстетическом уровне, снабжены системой подачи ледяной воды.

*Фризирование.* Фризирование – основной процесс производства

мороженого, при осуществлении которого происходит частичное замораживание и насыщение смеси воздухом, который в продукте распределяется в виде мельчайших пузырьков. В процессе фризирования смеси образуется структура мороженого, которая окончательно формируется при последующей холодильной обработке продукта.

Структура мороженого характеризуется главным образом размерами кристаллов льда, количеством вводимого воздуха и его дисперсностью, т.е. размерами воздушных пузырьков. Чем мельче кристаллы льда и пузырьки воздуха, тем нежнее структура мороженого. При употреблении продукта не обнаруживаются кристаллы льда, имеющие размер менее 50 мкм.

Процесс фризирования смеси происходит следующим образом. После достижения криоскопической температуры вода в смеси мороженого начинает превращаться в мельчайшие кристаллы льда. При этом в незамороженной части влаги повышается концентрация растворенных веществ (сахарозы, лактозы, минеральных солей) и понижается температура замораживания. Таким образом, процесс фризирования происходит при постепенно понижающейся температуре продукта.

Смесь фризуют в специальных аппаратах – фризерах периодического и непрерывного действия.

Для фризирования смесь вводится внутрь цилиндра фризера, где она охлаждается и намерзает на внутренней поверхности. Слой намерзающей смеси непрерывно срезается ножами, укрепленными на мешалке прижимающимися к стенке. Процесс замораживания значительно ускоряется в результате перемешивания смеси, которая одновременно препятствует срастанию кристаллов друг с другом. Размер и форма образующихся при фризировании кристаллов льда зависит от скорости замораживания смеси, её состава, взбитости и размера воздушных пузырьков, массовой доли связанной воды. Во фризере смесь поступает с температурой 2-6 °С. Температура мороженого при выходе из фризера в зависимости от состава смеси, фасования и используемого фасовочного оборудования должна быть в пределах от -3,5...-5 °С.

Производительность фризеров составляет от 100 до 4500 л/ч. Некоторые фризеры оснащаются двумя и более цилиндрами на общей раме. Температура и взбитость продукта регулируется путём изменения подачи смеси и дозирования воздуха с помощью масс-расходомера. Требуемая подача смеси регулируется с помощью программируемого логистического контроллера (ПЛК), меняющего число оборотов насоса.

В зависимости от расхода смеси ПЛК посылает соответствующий сигнал регулятору подачи воздуха для дозирования соответствующего его количества и обеспечения требуемой взбитости. У большинства современных фризеров для изменения числа оборотов насоса используются частотные преобразователи. При фризеровании важно поддерживать противодействие на цилиндр фризера, которое может регулироваться вручную с помощью клапана противодействия со стороны выгрузки продукта и с помощью ПЛК.

Многие промышленные фризеры непрерывного действия оснащены отдельными насосами для смеси и продукта. Смесь подаётся в цилиндр насосом для смеси, а фризерованный продукт выгружается из цилиндра продуктовым насосом с регулируемым числом оборотов для поддержания постоянного давления в цилиндре фризера.

В настоящее время помимо традиционного фризирования широкое применение получило низкотемпературное экструзионное фризирование. В такой системе мороженое после выгрузки из скребкового фризера с температурой  $-4...-6$  °С охлаждается до температуры  $-13...-15$  °С в экструдере с вращающимся шнеком. Более мелкие кристаллы льда, образующиеся при выходе мороженого из экструдера, обеспечивают более гладкую текстуру и более высокое сопротивление повторной кристаллизации льда (образованию более крупных кристаллов льда) при хранении. Экструдер обеспечивает также более тонкое распределение пор в мороженом благодаря минимизации диспропорционирования мелких и крупных пузырьков воздуха, которое обычно приводит к общему увеличению их размеров.

*Фасование и закаливание.* Выходящее из фризера мороженое немедленно

поступает на фасование. Упаковка мороженого бывает двух видов: упаковка больших объёмов для продажи мороженого в развес и потребительская упаковка для реализации в розницу.

Операция фасования должна происходить как можно ближе к фризерам так, чтобы ограничить противодействие на цилиндр фризера из-за трения в трубопроводах.

Количество изгибов и колен в трубопроводах ведущих к фасовочному оборудованию должно быть как можно меньше, так как они обуславливают в несколько раз большие потери давления из-за трения, чем в прямом трубопроводе той же длины. Короткие прямые трубопроводы к фасовочным машинам минимизируют как количество энергии, требуемое для перемещения продукта, так и повышение температуры продукта на пути от фризера до упаковочного участка. Рекомендуется минимизировать расстояние от фризера до фасовочного оборудования и увеличить диаметр трубопроводов, по которым замороженный продукт подаётся в упаковку.

В производстве закаленного мороженого продукт после фризирования подвергают дальнейшему замораживанию (закаливанию), стараясь по возможности приблизить температуру мороженого к температуре хранения  $-18...-20$  °C и ниже (желательно  $-25...-30$  °C). Этот процесс следует проводить в максимально короткий срок, чтобы не допустить существенного увеличения размеров кристаллов льда.

Считается, что продолжительность закаливания – это промежуток времени, за которое температура в центре упаковки снижается до  $-18$  °C, т.е. в отсутствие циркуляции воздуха оно может составлять 30 мин для упаковки объёмом 100 мл., а для упаковок вместимостью 10 л – 24 часа. Чем быстрее проводится закаливание, тем более однородной получается консистенция мороженого.

На начальной стадии закаливания значительное количество энергии затрачивается на образование мелких кристаллов льда и пузырьков воздуха, характерных для высококачественного продукта. Чтобы обеспечить сохранение

такой тонкой структуры при транспортировке и хранении мороженого вплоть до его потребления, необходимо соответствующие условия закаливания. Когда мороженое выгружают из фризера при температуре на выходе от  $-5$  до  $-6$  °С, в кристаллах льда и воздушных пузырьках происходят изменения, продолжающиеся до тех пор, пока эти изменения не прекратятся.

Таким образом, качество продукта во многом зависит от оптимального контроля на стадии закаливания мороженого.

При снижении температуры в процессе закаливания образуется дополнительное количество льда, такая система стремится к равновесному состоянию, при котором количество образовавшегося льда соответствует его количеству, характерному для данной температуры.

В процессе закаливания вымораживается 75-85 % общего количества воды, содержащегося в мороженом, поскольку новые кристаллы льда при закалке не образуются вся дополнительно вымораживаемая вода кристаллизуется на уже существующих кристаллах льда, способствуя увеличению их размеров. Обычно размер кристаллов льда в ходе закаливания увеличивается примерно на 30-40 % (от 25 до 35 мкм), хотя не весь этот рост происходит только благодаря увеличению вымороженной воды.

Пребывание мороженого на выходе из фризера при относительно высокой температуре приводит к тому, что некоторые кристаллы льда тают. Особенно чувствительны к повышенным температурам более мелкие кристаллы, и они могут таять даже тогда, когда крупные кристаллы растут. Такой процесс называют перекристаллизацией, и он наблюдается при пребывании кристаллов льда в условиях повышенных температур близких к температуре плавления.

Таким образом, простая выдержка мороженого при постоянной повышенной температуре приводит к увеличению среднего размера кристаллов и снижению их количества. Уменьшение площади поверхности при таянии части кристаллов при снижении температуры в ходе закаливания сопровождается увеличением размера оставшихся кристаллов.

При закаливании изменяются пузырьки воздуха, что может существенно

повлиять на качество мороженого. В ходе фризирования более крупные воздушные пузырьки постоянно разрушаются на более мелкие и последние стабилизируются частично коалесцировавшимися жировыми шариками и кристаллами льда за счёт высокой вязкости дисперсной среды. Вместе с тем при температуре выгрузки из фризера небольшие воздушные пузырьки не стабильны и могут легко объединиться в более крупные. Именно поэтому для сохранения мелких пузырьков воздуха также необходимо проводить закаливание максимально быстро.

Мороженое закаливают в специальных закалочных камерах, морозильных аппаратах или эскимогенераторах. Закалочные тоннели могут прямолинейными и спиральными. В первом случае фризерованный продукт после фасовки подается в закалочный туннель и перемещается в нём при постоянном обдуве холодного воздуха. В спиральных закалочных туннелях конвейер постепенно поднимается и опускается, а продукт попадает на него и выгружается в единой общей точнее передней части. Продолжительность закалки в туннеле может составлять от 40 до 16 мин.

*Хранение.* В процессе хранения постепенно происходит нежелательное укрупнение кристаллов льда и лактозы. Это проявляется тем быстрее, чем выше температура хранения, более значительные её колебания и дольше срок резервирования.

Укрупнение кристаллов льда является следствием нескольких протекающих одновременно процессов. В частности можно предполагать, что в процессе хранения мороженого постепенно ухудшается способность некоторых неэффективных стабилизаторов и других компонентов связывать воду. Ранее связанная вода освобождается и замерзает, способствуя укрупнению кристаллов.

При хранении мороженое легко воспринимает запахи из воздуха камеры, а также запахи, присущие тара-упаковочным материалам. Иногда изменяется цвет, особенно фруктового мороженого.

Химические изменения составных частей продукта, вызывающие нежелательные вкусовые пороки, как правило, наблюдаются лишь в случае

нарушения режимов и допустимых сроков хранения.

Потери массы фасованного в потребительскую тару мороженого во влаго- и воздухопроницаемой упаковке после 0,5 месяцев хранения могут достигать 0,2 %, а через 3 месяца – 1,5 %.

Температура мороженого закладываемого на длительное холодильное хранение, должна быть по возможности более низкой, что в большей степени способствует сохранению исходной структуры.

В соответствии с действующей технической документации хранение мороженого на предприятиях-изготовителях осуществляют в камерах при температуре воздуха не выше минус 30 °С. Допускается хранение мороженого в камерах при температуре воздуха минус 24 °С.

Примерная продолжительность и температуры хранения в отдельных звеньях логистической цепи приведены в таблице 69.

Таблица 69 – Примерная продолжительность и температуры хранения в отдельных звеньях логистической цепи

Звено логистической цепи	Температура, °С	Продолжительность
Морозильный склад предприятия-изготовителя	-22	2 нед
Авторефрижератор для транспортирования на оптовую базу	-19	6 ч
Морозильная камера оптовой базы	-24	4 нед
Авторефрижератор для транспортирования с централизованного склада на предприятия розничной торговли	-19	3 ч
Морозильная камера или витрина-прилавок на предприятиях розничной торговли	-15,6	1 нед
Сумка потребителя в которой продукт транспортируется в бытовую морозильную камеру	+21	0,5 ч
Бытовая морозильная камера	-12	1 нед

В ходе транспортировки и хранения в мороженом происходят различные физико-химические изменения, каждое из которых ухудшает его качество. Под действием колебаний температуры меняются размеры кристаллов льда и пузырьков воздуха, что может привести к появлению пороков консистенции. При изменении давления окружающей среды меняется объём мороженого, приводя к усадке продукта, а из-за кристаллизации лактозы мороженое приобретает песчанистую текстуру. Кроме того, мороженое при хранении может

подсыхать, особенно в открытой упаковке, а после повторного замораживания текстура может стать «резиноподобной».

При хранении также меняется вкус и аромат мороженого – например, вследствие окисления ненасыщенных жиров под действием повышенного содержания кислорода в пузырьках воздуха или фотоокисления (если мороженое находится в прозрачной упаковке).

Одой из серьёзных проблем при хранении мороженого являются нарушения температурного режима и их влияние на кристаллы льда, пузырьки воздуха и другие структурные элементы. Главным признаком окончания срока годности мороженого служит рекристаллизация льда или общее увеличение размеров его кристаллов, так как потребитель предпочитает мороженое с гладкой бархатистой структурой [63, 64, 65, 66, 67].

### **Описание технологических процессов и основного оборудования при переработке сыворотки**

#### *Производства молочного сахара по традиционной технологии с кристаллизацией лактозы из пересыщенных растворов*

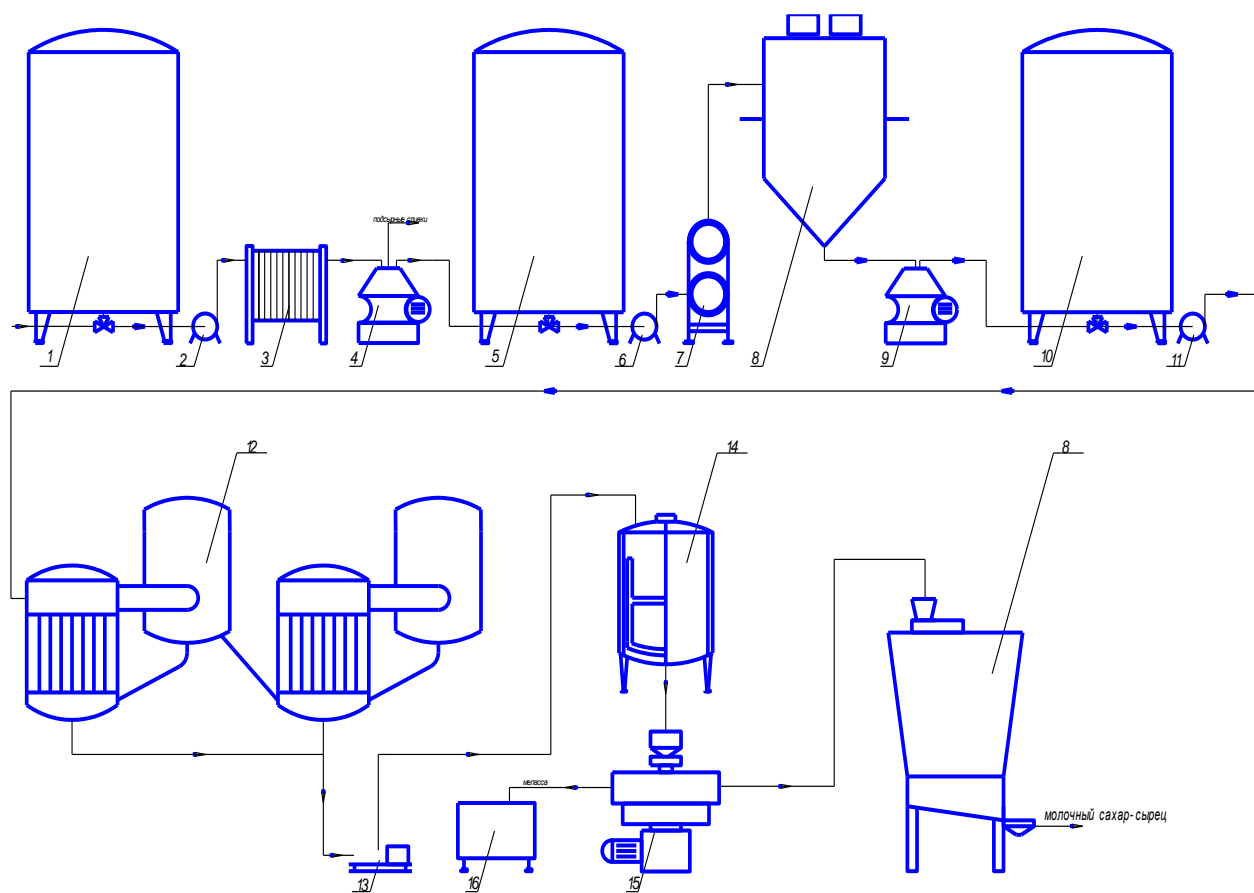
Производство молочного сахара-сырца включает в себя ряд последовательно выполняемых операций: сбор сырья; очистка молочной сыворотки от казеиновой пыли и жира; очистка от сывороточных белков; сгущение сыворотки выпариванием, получение сиропа; кристаллизация лактозы; отделение кристаллов молочного сахара от межкристаллической жидкости (мелассы); сушка кристаллов; размол и упаковка [68].

Типовая схема оборудования производства молочного сахара-сырца по действующей технологии приведена на рисунке 62.

Состав молочной сыворотки обусловлен видом вырабатываемого белково-жирового продукта.

Средние данные по составу творожной, подсырной и казеиновой сыворотки приведены в таблице 74.

Таблица 74 – Состав молочной сыворотки



№
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17

Сыворотка	Массовая доля, %				
	сухих веществ	Лактозы	белковых веществ	жира	Минеральных веществ
подсырная	6,5	4,5	0,7	0,4	0,5
творожная	6,0	4,2	0,8	0,2	0,6
казеиновая	6,8	4,5	1,0	0,1	0,7

Рисунок 62. Схема оборудования для производства молочного сахара-сырца

Исходя из среднего состава молочной сыворотки, можно сделать расчёт массовой доли основных компонентов в сухом веществе (рис. 63).

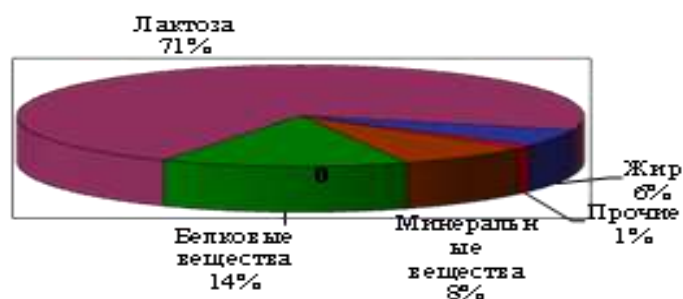


Рисунок 63. Массовая доля компонентов молочной сыворотки в сухом веществе

Очистка молочной сыворотки от жира и казеиновой пыли.

Необходимость удаления казеиновой пыли и молочного жира обусловлена, прежде всего, целесообразностью использования этих ценнейших составных частей в пищевых целях, а также тем, что при производстве молочного сахара они являются балластными веществами. В подсырной сыворотке содержится в среднем 0,5 % казеиновой пыли около 0,45 % жира. Жирность сепарированной сыворотки составляет 0,06-0,10 %.

Использование комбинированных сепараторов для очистки молочной сыворотки от казеиновой пыли и молочного жира даёт возможность осуществлять непрерывную очистку исходной для производства молочного сахара с получением белковой массы и подсырных сливок [68, 69]. Для этой цели рекомендуется использовать сепаратор Ж5-ОХ-2С, конструкция которого позволяет извлекать казеиновую пыль в виде белковой массы центробежной пульсирующей выгрузкой осадка, а также выделять молочный жир в виде сливок.

Очистка молочной сыворотки от белковых веществ.

Белковые вещества молочной сыворотки согласно современной номенклатуре делятся на термолабильные фракции белков и термоустойчивые (таблица 75).

Таблица 75 – Состав сывороточных белков [69, 70]

Белок	Содержание, % от общего количества белков	Изоэлектрическая точка, рН	Температура денатурации, °С
- термолабильные:			
β-лактоглобулин	7–12	5,3	60–90
α-лактальбумин	2–5	4,2–4,5	60–100
альбумины сыворотки крови	0,7–1,3	4,7	75–90
иммуноглобулины	1,9–3,3	5,5–6,8	75–90
- термоустойчивые:			
протеозопептоны	2–6	3,3–3,7	95

Азотосодержащие соединения сыворотки, являясь несугарами, отрицательно сказываются на качестве и выходе молочного сахара. Вступая в реакцию с лактозой (сахароаминная реакция), они образуют тёмно-окрашенные комплексы, которые ухудшают качество готового продукта. Кроме того, эти вещества затрудняют ведение технологического процесса, так как влияют на интенсивность сгущения сыворотки, способствуя образованию пены.

Азотосодержащие соединения дают нерастворимые комплексы с минеральными солями, которые отлагаются на поверхности вакуум-выпарных аппаратов, снижая интенсивность теплопередачи и ухудшая санитарное состояние оборудования. Азотистые соединения, в том числе белки, затрудняют процессы кристаллизации лактозы и сушки её кристаллов. Поэтому сыворотку необходимо очищать от азотистых соединений и, прежде всего от сывороточных белков. Наблюдения в производственных условиях показали, что чем ниже степень очистки молочной сыворотки от несугаров, тем больше лактозы остаётся в мелассе [69].

Способы коагуляции сывороточных белков зависят от вида перерабатываемой сыворотки. Для свежей подсырной сыворотки рекомендуется предварительное подкисление с последующим понижением кислотности, а для кислой (творожной и казеиновой) сыворотки понижение кислотности. При всех способах коагуляции обязательна тепловая обработка сыворотки: нагревание до 90-95 °С и выдержкой при этой температуре не менее 20 мин.

Для удаления белковых веществ сепарированную сыворотку подогревают

в трубчатом подогревателе до 70 °С. Затем направляют в ванны ТВАЛ, где она нагревается паром до 90-95 °С. В нагретую сыворотку вносят реагенты необходимые для коагуляции белков. Подсырную сыворотку подкисляют до 30-35 °Т и раскисляют до 10-15 °Т, а творожную – раскисляют до 10-15 °Т.

Коагулированные частицы белка образуют хлопьевидный осадок, который удаляют. Удаление коагулированных сывороточных белков наиболее эффективно осуществляется методом центрифугирования на специальных саморазгружающихся сепараторах [71]. Для этой цели рекомендуется использовать сепаратор Ж5-ОТС. Сыворотка с хлопьями скоагулированных белков поступает в барабан сепаратора, где под действием центробежной силы происходит выделение белковых хлопьев, которые скапливаются в шламовом пространстве. Очищенная сыворотка выводится под напором из сепаратора и направляется на сгущение. После заполнения шламового пространства подачу сыворотки на очистку прекращают.

Средняя эффективность удаления хлопьев белка составляет 94,2 %, очищенная сыворотка содержит 0,01-0,06 % взвешенных частиц.

Для выделения молочного сахара из сыворотки методом кристаллизации необходимо увеличить концентрацию его в сыворотке до состояния пересыщения за счёт удаления части воды. Наиболее распространённым способом удаления воды является выпаривание. Сгущение сыворотки осуществляется в вакуум-выпарных аппаратах типа «Виганд». Сгущение рекомендуется проводить в периодическом режиме с постоянной подпиткой. Одним из важнейших параметров процесса сгущения является температура выпаривания. Установлено, что наиболее оптимальной температурой выпаривания сыворотки является 55-60 °С. Желательная степень сгущения сыворотки определяется коэффициентом пересыщения. Оптимальная величина его для сывороточного сиропа равна 1,8, что соответствует содержанию сухих веществ в сиропе 60-65 %, лактозы около 45 %. Окончание сгущения сыворотки определяют по массовой доле сухих веществ. В конце сгущения для улучшения процесса направленной кристаллизации лактозы сироп нагревают до

температуры 70-75 °С.

При выработке молочного сахара традиционным способом одним из основных процессов является кристаллизация лактозы. От правильного режима кристаллизации зависят выход и качество молочного сахара. При производстве молочного сахара необходимо стремиться к выделению из сиропа максимального количества лактозы в виде кристаллов и получению кристаллов наибольшей величины, однородных по форме и размерам. Оптимальная температура охлаждения сиропов лактозы при кристаллизации соответствует 10-15 °С.

Кристаллизация лактозы осуществляется с учётом качества сиропа по длительному (35 ч) или ускоренному (до 15 ч) режимам. Кристаллизовать лактозу из сывороточных сиропов целесообразно в кристаллизаторах-охладителях типа ОКУ КМЗ.

Для получения молочного сахара необходимо отделить кристаллы от межкристалльной жидкости. Улучшить качество молочного сахара можно промыванием кристаллов в воде. Разделение кристаллизата молочного сахара на кристаллы и межкристалльную жидкость обеспечивается пороговыми центрифугами.

После центрифугирования в кристаллах остаётся от 4 до 15 % влаги. Для получения продукта требуемой влажности (0,5-2,5 %) кристаллы молочного сахара должны быть высушены. Сушка влажных кристаллов молочного сахара осуществляется на сушильных установках с псевдоожиженным слоем типа РЗ-ОС-2С. Оптимальный режим сушки кристаллов молочного сахара в кипящем слое осуществляется при следующих параметрах: скорость движения воздуха 1,1-1,3 м/с; начальная температура воздуха 135-140 °С.

Высушенные кристаллы молочного сахара – легкосыпучий продукт. После сушки их охлаждают и при необходимости размалывают. Упаковывают продукт во влагонепроницаемую тару: крафт-мешки с полиэтиленовым вкладышем.

*Производство молочного сахара с применением мембранных технологий*

Критериям наилучших доступных технологий в полной мере отвечают

мембранные технологии – ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос и электродиализ [53, 72]. Эти технологии направлены на эффективную переработку вторичных молочных ресурсов: молочной сыворотки и пермеата, особенно видов характеризующихся повышенной кислотностью и минерализацией. К современным способам очистки обезжиренной молочной сыворотки от сывороточных белков относится ультрафильтрация. Ультрафильтрация – это баромембранный процесс разделения полидисперсных систем с использованием полупроницаемых мембран с размерами пор 10-100 нм. При обработке молочной сыворотки ультрафильтрацией происходит концентрация высокомолекулярных соединений, а основная часть низкомолекулярных переходит в фильтрат. Необходимое давление для осуществления процесса ультрафильтрации находится на уровне 0,1-1 МПа (1-10 атм). В результате ультрафильтрации получается белковый концентрат, содержащий высокомолекулярные соединения молочной сыворотки, и фильтрат (пермеат) – раствор лактозы, минеральных солей и других низкомолекулярных соединений, аналогичный по составу молочной сыворотке (таблицы 76, 77).

Таблица 76 – Состав белкового УФ-концентрата

Продукт	Содержание. %					
	сухих веществ	белка	лактозы	минеральных солей	молочной кислоты	воды
Исходная сыворотка	6,5	0,7	4,5	0,6	0,6	93,5
Концентрат	18	12,5	4,5	0,6	0,6	82

Таблица 77 – Состав УФ-фильтрата

Показатель	Фильтрат	
	подсырной сыворотки	творожной сыворотки
Сухие вещества, %	5,1-5,4	5,2-5,6
Лактоза	4,2-4,8	4,2-4,8
Белок	0,20-0,24	0,20-0,24
Зола	0,50-0,57	0,6-0,9
pH	5,2-5,8	4,7-5,1
Титруемая кислотность, °Т	8-18	80-100
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1012-1018	1016-1018
Вязкость, Па·с	1,135-1,15	1,130-1,155

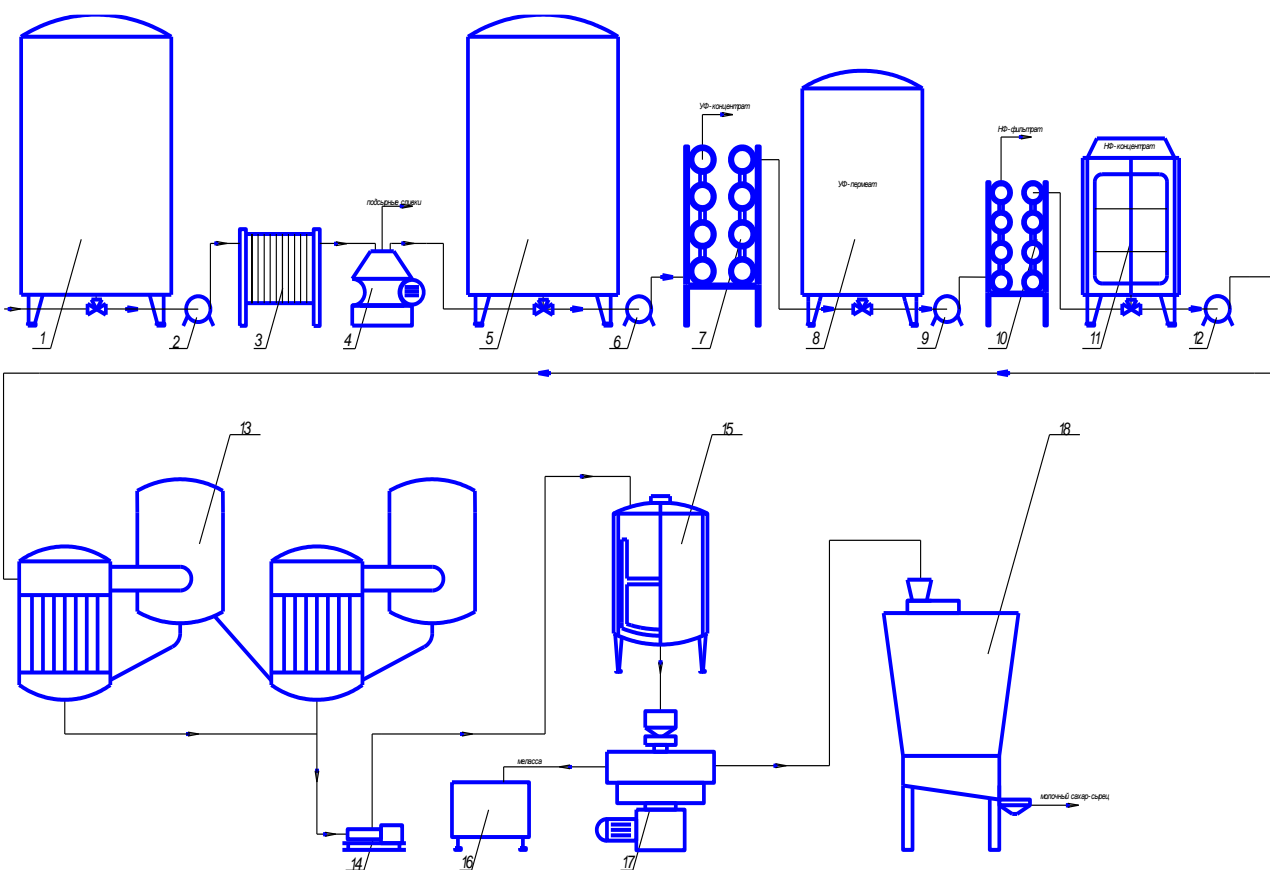
После выделения белков из молочной сыворотки ультрафильтрат подсущают и деминерализуют с помощью нанофильтрации или обратного осмоса. Использование методов нанофильтрации и обратного осмоса позволяют

снизить затраты на процесс удаления влаги в технологии сухих молочных продуктов, а также сократить тепловые выбросы в окружающую среду. Нанофильтрация – это баромембранный процесс концентрирования и фракционирования пищевых растворов с использованием мембран, обеспечивающих «проскок» через поры молекул массой от 200 до 300 Да. Необходимое давление для проведения процесса составляет 2,0-2,6 МПа. Это позволяет при концентрировании удалять из сыворотки часть минеральных веществ и молочной кислоты. В конечном итоге процесс нанофильтрации позволяет получить сывороточные концентраты с массовой долей сухих веществ до 23 %, степенью деминерализации 40 % и уровнем удаления молочной кислоты до 29 % [73, 74]. Состав НФ-концентратов в сравнении с исходной сывороткой приведен в таблице 78.

Таблица 78 – Состав НФ-концентрата

Показатель	Состав, %	
	Исходная сыворотка	НФ-концентрат
Массовая доля сухих веществ	5,85	18,75
Массовая доля лактозы	3,88	13,3
Массовая доля белка	0,65	2,15
Небелковый азот	0,13	0,35
Органические кислоты	0,62	1,55
Массовая доля золы	0,65	1,52
Натрий	0,05	0,119
Калий	0,121	0,256
Кальций	0,104	0,351
Фосфор	0,054	0,183
Магний	0,081	0,277
Хлор	0,143	0,256

Полученный раствор досгущают на вакуум-выпарной установке и высушивают на распылительной сушилке. Схема технологического оборудования производства молочного сахара-сырца с применением ультра- и нанофильтрации приведена на рисунке 64.



№	Наименование оборудования
1	Резервуар
2	Насос центробежный
3	Пластиновый подогреватель
4	Сепаратор комбинированный
5	Резервуар
6	Насос центробежный
7	УФ-установка
8	Резервуар
9	Насос центробежный
10	НФ-установка
11	Ежектной аппарат
12	Насос центробежный
13	Вакуум-выпарная установка
14	Насос винтовой
15	Охладитель-кристаллизатор
16	Центрифуга
17	Бак для мелассы
18	Сушльная установка

Рисунок 64. Схема оборудования производства молочного сахара-сырца с применением ультра- и нанофильтрации

*Электродиализ.* Одним из эффективных способов деминерализации молочной сыворотки является электродиализ. Суть процесса электродиализа заключается в том, что селективная мембрана, находясь в контакте с раствором, под влиянием электрического поля пропускает ионы одного заряда и служит барьером для ионов противоположного заряда.

Особенно эффективно электродиализ используется при обработке кислых видов сыворотки. В процессе деминерализации творожной сыворотки происходит удаление до 90 % минеральных веществ при незначительных потерях сывороточных белков (3-4 %) и лактозы (4-5 %). При этом происходит снижение титруемой кислотности на 70 % за счёт удаления молочной кислоты. Для подсырной сыворотки при уровне деминерализации 58 и 90 % степень раскисления составляет соответственно 29 и 60 %, для творожной при уровне деминерализации 50 % степень раскисления составляет 33 %. Величина pH в процессе обработки практически не меняется. В результате электродиализной обработки органолептические показатели молочной сыворотки значительно улучшаются (таблица 79).

Таблица 79 – Состав творожной сыворотки при различных уровнях деминерализации

Уровень деминерализации, %	Массовая доля веществ, %		Кислотность, °Т	Степень раскисления	pH	Удельная электропроводность, См/м
	сухих	минеральных				
0	5,70±0,38	0,65±0,06	58±5	0	4,44±0,13	0,74±0,06
30	5,36±0,36	0,45±0,05	50±5	14	4,49±0,13	0,55±0,05
50	5,16±0,34	0,32±0,04	42±4	27	4,50±0,13	0,42±0,04
70	4,13±0,34	0,20±0,03	31±3	46	4,45±0,13	0,24±0,02
90	4,73±0,34	0,07±0,01	18±2	69	4,39±0,13	0,17±0,01

Процесс производства деминерализованной сыворотки начинают с предварительной очистки от молочного жира и казеиновой пыли традиционными способами. Затем сыворотку целесообразно сконцентрировать с помощью нанофильтрации или обратного осмоса. Сгущение сыворотки приводит к снижению энергозатрат на процесс её обессоливания и на перекачивание насосами, а также повышению рабочей плотности тока и, следовательно, скорости обессоливания. Подсгущение сыворотки проводят до разной степени концентрации сухих веществ: 15-24, 50 % и более [71].

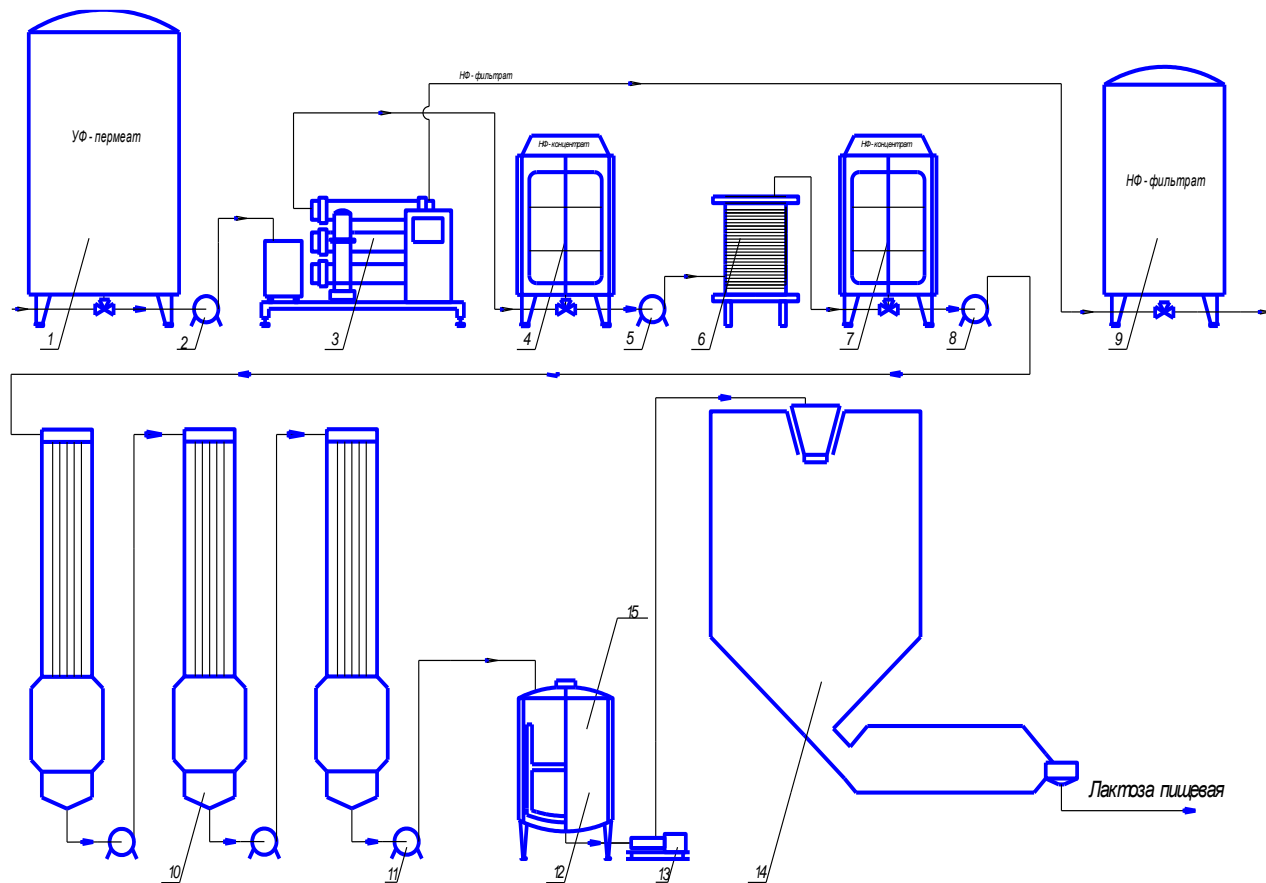


Рисунок 65. Схема оборудования производства лактозы пищевой с применением нанофильтрации, электродиализа и распылительной сушки

Схема переработки УФ-пермеата молочной сыворотки на лактозу пищевую с применением электродиализа представлена на рисунке 65.

#### *Производство сывороточного белкового концентрата*

Технология производства включает сбор сыворотки, отделение жира и казеиновой пыли, пастеризацию и охлаждение, ультрафильтрацию, сушку, упаковку и хранение.

Выделение из сыворотки жира и казеиновой пыли производят на саморазгружающихся сепараторах.

Обезжиренную сыворотку пастеризуют при 72-75 °С с выдержкой 15-20 с и охлаждают до 50-55 °С.

Ультрафильтрацию сыворотки осуществляют при температуре 50-55 °С до содержания сухих веществ в концентрате 18-19 % на специальных установках периодического и непрерывного действия с использованием полупроницаемых мембран со средним диаметром пор  $40 \pm 4$  нм. Готовность концентрата в процессе ультрафильтрации устанавливают путём определения содержания сухих веществ на рефрактометре.

Полученный после ультрафильтрации концентрат с температурой 50-55 °С собирают в емкость, откуда подают на сушку. Сушку сывороточного концентрата проводят на распылительной сушилке без дополнительного сгущения.

Готовый продукт фасуют по 15-20 кг в бумажные четырёх- и пятислойные мешки с двойными полиэтиленовыми мешками-вкладышами. Горловину мешка-вкладыша сваривают. Хранение сывороточного белкового концентрата производится при температуре 10 °С не более 6 месяцев со дня выработки [75].

Концентрат, полученный методом ультрафильтрации (КСБ-УФ), предназначен для использования в качестве белкового компонента-обогапителя при производстве мясных и молочных продуктов.

#### *Производство сухой молочной сыворотки*

Рациональным способом сохранения молочной сыворотки с целью дальнейшего её использования в производстве пищевых продуктов и кормов для молодняка сельскохозяйственных животных является сушка. Благодаря этой операции можно получить долго сохраняющиеся, транспортабельные, обладающие высокой пищевой и биологической ценностью сухие концентраты, в которые практически полностью переходят все компоненты исходного сырья. Масса сырья при выработке сухих консервов из молочной сыворотки уменьшается – в 15-20 раз.

Сыворотку молочную сухую вырабатывают следующих видов: подсырная распылительной и плёночной сушки; творожная распылительной сушки. Схема технологического оборудования показана на рисунке 66.

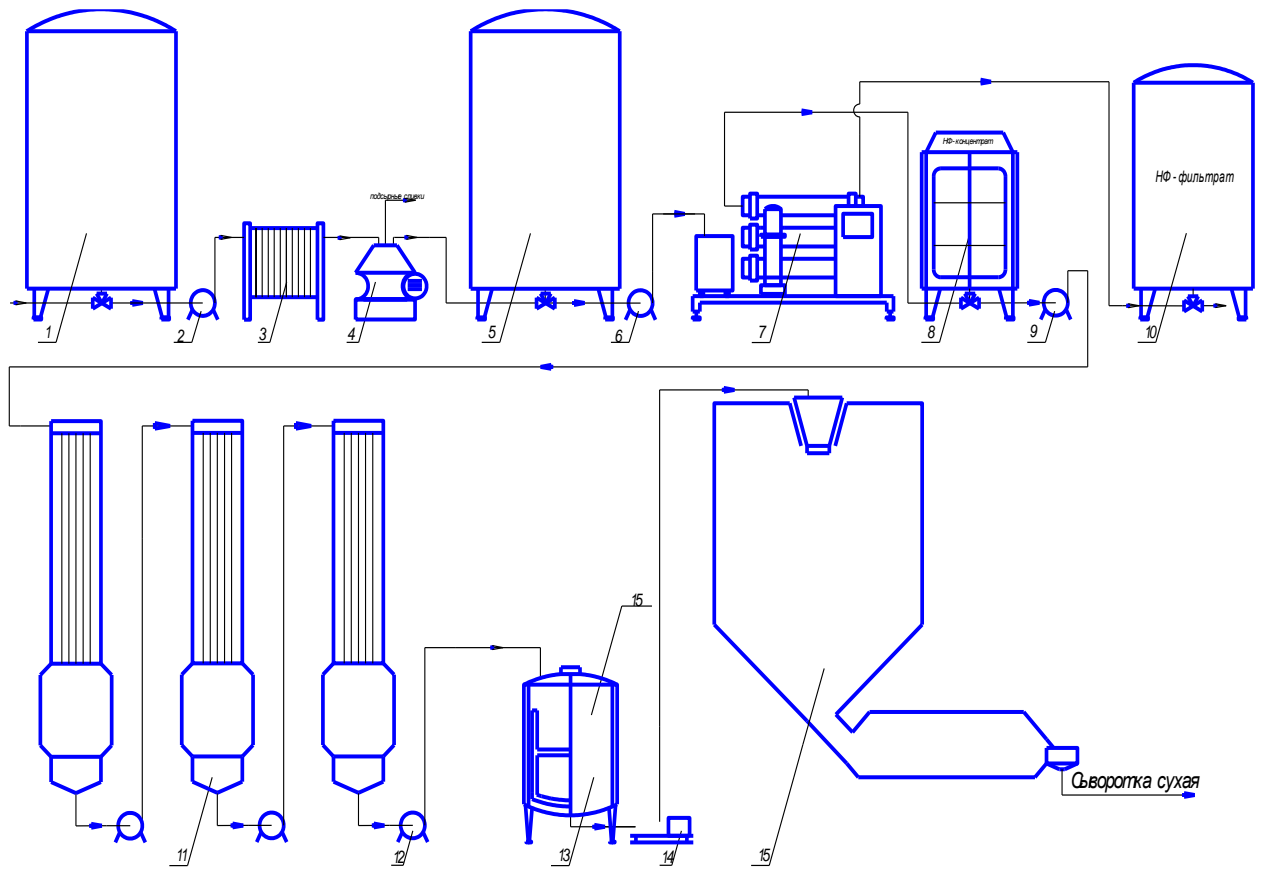
Подготовка сырья включает приём, сепарирование и резервирование. Сгущение проводят в соответствии с общепринятыми режимами. При этом в зависимости от способа сушки сыворотку сгущают до различного содержания массовой доли сухих веществ.

При распылительном способе без предварительной кристаллизации лактозы сыворотку сгущают до массовой доли сухих веществ  $39 \pm 1$  %, что соответствует плотности  $1165 \pm 5$  кг/м<sup>3</sup>. При распылительном способе с предварительной кристаллизацией лактозы сыворотку сгущают до массовой доли сухих веществ: подсырную –  $52,5 \pm 2$  %, что соответствует плотности  $1235 \pm 15$  кг/м<sup>3</sup>, творожную –  $48 \pm 2$  %, что соответствует плотности  $1210 \pm 10$  кг/м<sup>3</sup>.

В зависимости от способа производства сухой сыворотки, сгущённая сыворотка поступает на кристаллизацию лактозы или на сушку.

Для кристаллизации лактозы сгущённую сыворотку подвергают первичному охлаждению и вносят затравку мелкокристаллического молочного сахара.

Режим кристаллизации приведён в таблице 80.



№
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17

Рисунок 66. Схема оборудования производства сухой сыворотки с применением нанофильтрации

Таблица 80 – Режимы кристаллизации лактозы

Операции	Сыворотка	
	подсырная	творожная
Первичное охлаждение, °С	28-30	32-34
Внесение затравки, %	0,03	0,03
Выдержка при температуре первичного охлаждения, ч	2	2
Продолжительность охлаждения, ч	8-10	4-6
Конечная температура охлаждения, °С	15-18	22-24

Кристаллизуют лактозу в специальных кристаллизаторах типа ОКУ КМЗ при циклическом перемешивании со скоростью вращения мешалки не более 30 об/мин. Для кристаллизации можно также применять емкостные аппараты для сливок и производства кисломолочных напитков.

Сушат сыворотку на вальцовых и распылительных сушилках. При этом необходимо соблюдать общепринятые режимы.

Упаковку сухой молочной сыворотки производят в бумажные мешки. Хранят сыворотку молочную сухую в помещениях при температуре окружающего воздуха не превышающего 20 °С.

С целью снижения энергозатрат на вакуум-выпаривание сыворотку рекомендуется предварительно сгущать с помощью обратного осмоса или нанофльтрации.

Применение нанофльтрации обеспечивает частичную деминерализацию молочной сыворотки.

Для получения сухой сыворотки с более высокой степенью деминерализации целесообразно применять в комплексе нанофльтрацию и электродиализ [75, 76].