

ЛЕКЦИЯ №9

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ И ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА

ПЛАН

- 1 Технологические схемы первичной обработки молока**
- 2 Оборудование для очистки молока**
- 3 Оборудование для охлаждения молока**
- 4 Оборудование для пастеризации молока**
- 5 Оборудование для гомогенизации молока**
- 6 Оборудование для переработки молока**

ЛИТЕРАТУРА

Трухачев В.И. и др. Техника и технологии в животноводстве. (Раздел 11).

1 Технологические схемы первичной обработки молока

Молоко является ценным продуктом питания для всего живого. Организмом человека его составные части усваиваются на 95–98 %. Вместе с тем молоко является прекрасной, благоприятной средой для развития всевозможных микроорганизмов и молочнокислых бактерий, в связи с чем относится к категории скоропортящейся продукции. Так свежее молоко не может храниться свыше 2-х часов без обработки.

Все это предопределяет важность своевременной и качественной обработки молока непосредственно на местах его производства.

В настоящее время документом, регламентирующим качественные показатели молока, является ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко натуральное коровье – сырье. Технические условия». Данный стандарт разработан во исполнение требований Федерального закона «О техническом регулировании» и его требования обязательны при приемке молока, как производимого внутри страны, так и ввозимого на территорию России для дальнейшей переработки.

К первичной обработке относят:

1. Очистку от механических и бактериальных примесей.

2. Охлаждение – для замедления жизнедеятельности микроорганизмов, вызывающих порчу и скисание молока.

3. Пастеризацию – для обеззараживания молока за счет уничтожения болезнетворных микроорганизмов.

Технологические схемы первичной обработки молока

Наиболее распространены следующие схемы:

1. Очистка → охлаждение.

2. Очистка → пастеризация → охлаждение (применяется при отправке молока непосредственно в торговую сеть для продажи на розлив или в случае неблагоприятной эпидемиологической обстановки на ферме).

3. Очистка → нормализация → пастеризация → охлаждение → расфасовка в пакеты.

Для обработки молока на ферме оборудуют прифермскую молочную. Размер, планировка и оборудование прифермской молочной зависят от многих факторов: количества обрабатываемого молока, способа доения, количества и размещения коровников, применяемого оборудования и т.д.

На крупных фермах целесообразно иметь центральные молочные блоки.

При проектировании и строительстве молочных блоков необходимо соблюдать следующие основные правила:

1. Нельзя строить их возле источников загрязнения (навозохранилищ, кормохранилищ, выгульных площадок и т.д).

2. Отделение для приемки и хранения молока необходимо размещать в помещениях, в которые не проникают солнечные лучи.

3. Полы должны быть влагонепроницаемыми, прочными и удобными для ухода.

4. Молочная должна быть оборудована приточно-вытяжной вентиляцией.

5. Должно быть предусмотрено снабжение электроэнергией, холодной и горячей водой.

При производстве цельного молока наилучших результатов достигают, когда используют единую поточно-технологическую линию доения и обработки молока.

2 Оборудование для очистки молока

Удаление из молока механических примесей (пыли, частиц корма, подстилки т.д.) сразу после выдаивания – важный фактор в повышении его санитарного качества.

В настоящее время различают 2 способа очистки молока от механических примесей:

1. Фильтрация.
2. Центробежная очистка.

Фильтрация – наиболее распространенный способ очистки молока. Сущность его заключается в продавливании молока через фильтрующий элемент, размеры ячеек (пор) которого меньше размера механических включений. Твердые частицы остаются на поверхности фильтрующего элемента или проникают в его капилляры и задерживаются в них (рис. 11.1). В результате накопления отложений живое сечение фильтрующего элемента уменьшается, что вызывает увеличение сопротивления движению потока молока.

Условие фильтрации:

$$Q_{\phi} = Q_H = \downarrow F \cdot V \uparrow = Q_H = const,$$

где Q_{ϕ} – пропускная способность фильтра, $м^3/с$;

Q_H – подача насоса, $м^3/с$;

F – площадь «живого» сечения фильтрующего элемента, $м^2$;

V – скорость прохождения молока через фильтрующий элемент, $м/с$.

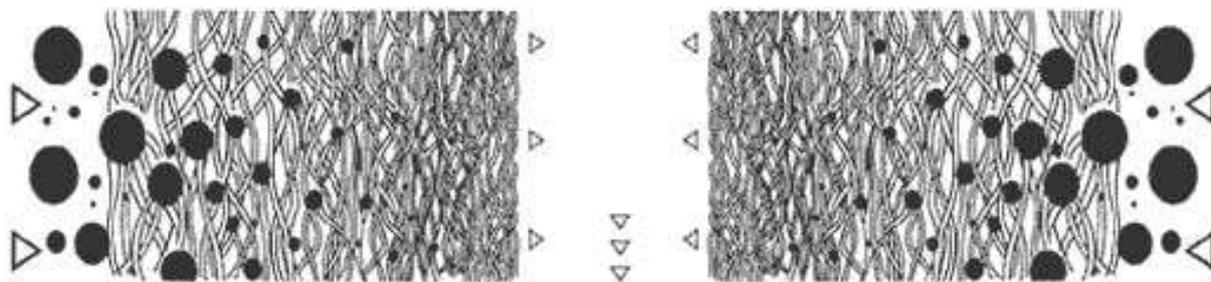


Рисунок 11.1 – Принцип действия цилиндрического фильтрующего элемента

По мере загрязнения фильтра, величина F – уменьшается, следствием чего является пропорциональное увеличение скорости V , что приводит к возрастанию механических нагрузок на частицы загрязнений, их размыванию и попаданию в молоко.

Поэтому работа фильтра крайне ограничена во времени.

В качестве фильтрующих элементов используют вату, марлю, фланель, металлическую сетку и синтетические материалы (лавсан, термоскрепленную ткань и др.)

По принципу действия различают открытые и закрытые фильтры (рис.11.2).

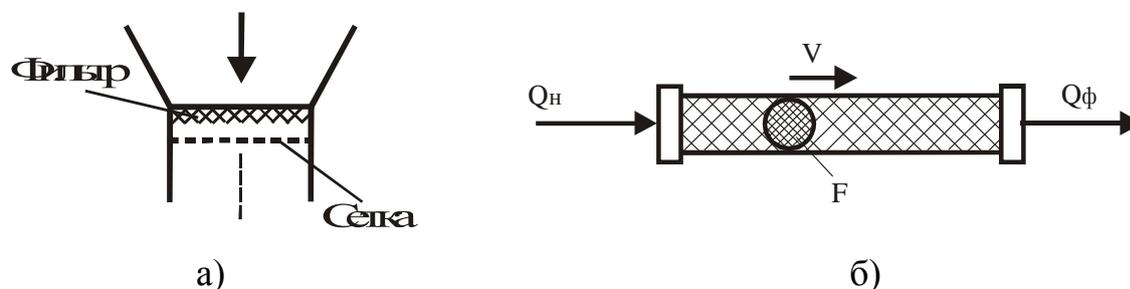


Рисунок 11.2 - Схемы фильтров:

а – открытого типа (самотечного); б – закрытого типа (напорного).

Открытые фильтры имеют низкую производительность и применяются, как правило, для очистки молока в домашних условиях. Закрытые фильтры работают под давлением ($1...3 \cdot 10^5 \text{Па}$), за счет чего производительность их значительно выше, чем открытых.

Пропускная способность фильтра равна:

$$Q = \frac{3600 \cdot q \cdot F}{T_{\text{ц}}}$$

где q – предельная нагрузка на 1 м^2 фильтрующего элемента, $\text{дм}^3/\text{м}^2$;

F – поверхность фильтрующего элемента, м^2 .

$T_{\text{ц}}$ – длительность 1 цикла работы фильтра, с.

Цикл работы фильтра:

$$T_{\text{ц}} = \tau_{\text{под}} + \tau_{\text{ф}} + \tau_{\text{пр}},$$

где $\tau_{\text{под}}$ – длительность подготовки фильтра к работе, с;

$\tau_{\text{ф}}$ – длительность процесса очистки, с;

$\tau_{\text{пр}}$ – длительность промывки осадка, с.

По конструкции закрытые фильтры делятся на пластинчатые, дисковые и цилиндрические. Наибольшее распространение получили цилиндрические фильтры с тканевыми, сетчатыми и полипропиленовыми фильтрующими элементами.

Недостатки фильтров с тканевой перегородкой: кратковременность безостановочной работы; возможность прорыва фильтровальной ткани; частые разборки и сборки фильтров в связи с заменой ткани.

Фильтры с сетчатыми фильтрующими элементами, изготовленными из нержавеющей пищевой стали AISI 304, применяются для грубой или тонкой очистки молока и других пищевых жидкостей. Общий вид такого фильтра производства компании «Пищевик Инжиниринг» показан на рисунке 11.3. По расположению входного и выходного патрубков устройство относится к серии угловых фильтров. Живое сечение перегородок фильтрующего элемента достигает 50%, что обеспечивает их высокую пропускную способность. Другим важным преимуществом является отсутствие ограничений по температуре обрабатываемого продукта.



Рисунок 11.3 - Угловой сетчатый фильтр производства компании «Пищевик Инжиниринг»

Также данной компанией разработана система из двух спаренных фильтров с манометрами (рис. 11.4), позволяющая осуществлять безостановочную поточную обработку практически любых объемов молока.

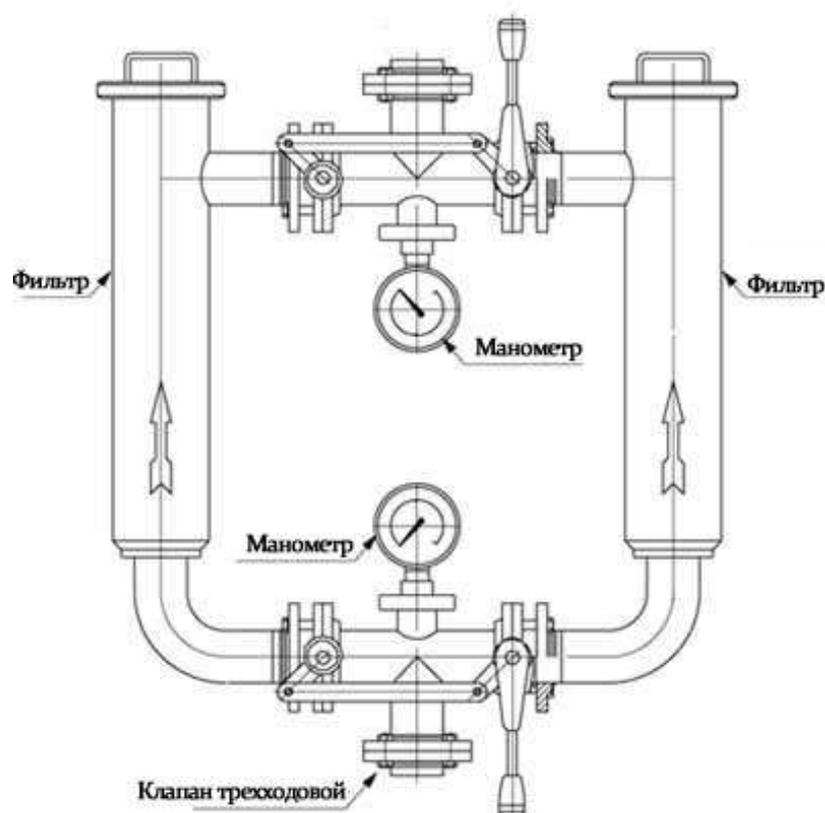


Рисунок 11.4 – Система из двух спаренных фильтров

Предприятие ООО «Гера» поставляет на рынок новые высокоэффективные молочные фильтры UVMILK для высококачественной очистки молока, созданные на основе современных технологий (рис. 11.5). Фильтр обеспечивает удаление до 98% механических примесей и до 50% продуктов мастита, находящихся в молоке после дойки, не влияя на показатели белка, жирности и плотности молока. Устанавливать фильтр необходимо после молочного насоса, как показано на рисунке 11.6.

Фильтрующие элементы (картриджи) изготавливаются из экологически чистого и разрешенного к применению в пищевой промышленности сертифицированного полипропилена методом экструзионного напыления, что позволяет сделать фильтрующий элемент гораздо большего объема. Внутри этого элемента полимерные нити уложены в определенном порядке и образуют огромное количество проводящих каналов, пространство которых заполнено ворсинками.



Рисунок 11.5 – Молочные фильтры UVMILK предприятия ООО «Гера»



Рисунок 11.6 – Схема установки фильтра в молочную линию

Когда молоко под давлением попадает в фильтр (максимальное рабочее давление при перекачке через фильтрующий элемент может достигать 2000 кПа), массивные жировые раздвигают ворсинки и легко продвигаются по каналам, а более легкие частички механических примесей задерживаются в них.

На кафедре «Технологическое оборудование животноводческих и перерабатывающих предприятий» Ставропольского ГАУ разработаны конструкции фильтров, обеспечивающих двухступенчатую очистку молока от загрязнений (рис. 11.7). Их основным преимуществом перед другими фильтрами является отделение крупных механических включений и отвод их в отстойник (1-я ступень очистки), что значительно снижает нагрузку на фильтрующий элемент (2-я ступень очистки) и, тем самым, увеличивает продолжительность непрерывной работы фильтра. Производственные испытания данных фильтров показали, что эффективность очистки молока от загрязнений достигает 98...99%. Это соответствует по чистоте молоку высшего сорта.

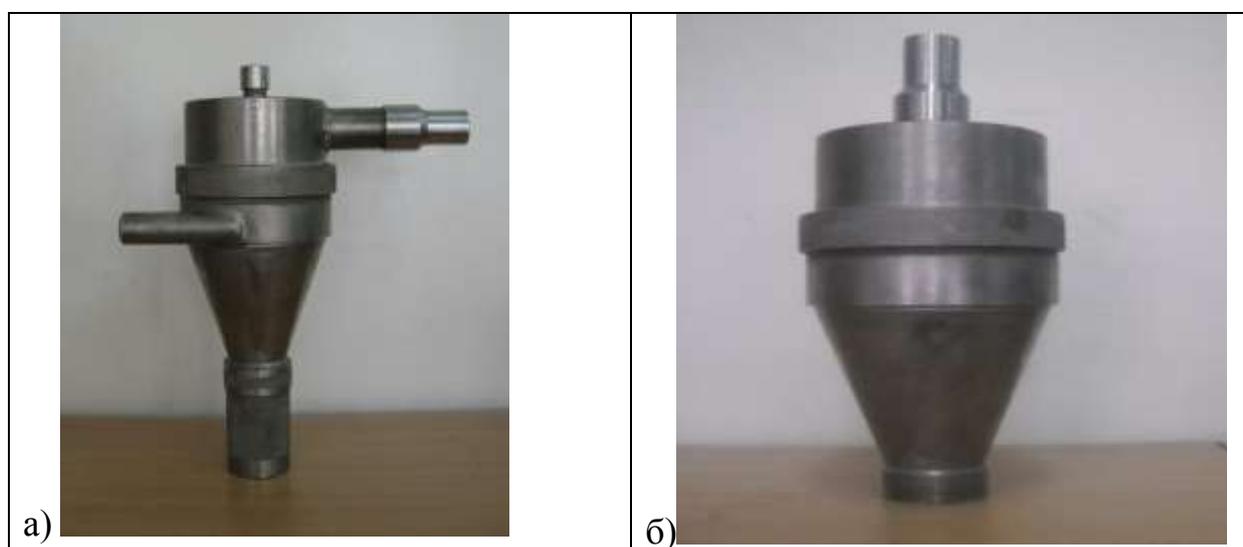


Рисунок 11.7 – Фильтры молочные двухступенчатые:
 а – исполнение №1 (патент №2115306) б – исполнение №2 (патент №2454859)

Фильтр исполнения №1 может работать в составе доильно-молочных линий под давлением, создаваемым молочным насосом. В отличие от него фильтр исполнения №2 может быть использован для очистки молока в самотечном режиме, что приемлемо для небольших личных подсобных и фермерских хозяйств.

Для очистки цельного молока от механических примесей и биологических загрязнений (проявлений мастита, лейкоза, слизи, денатурированных белков) фильтрованием в дисковом фильтре тонкой очистки с последующим ультрафиолетовым обеззараживанием в установке бактерицидной обработки молока (УБО-М) без пастеризации. Отечественной промышленностью выпускаются комплексы очистки и обеззараживания молока (КООМ) производительностью от 2 до 25 *т/ч* (рис. 11.8).



Рисунок 11.8 – Комплекс очистки и обеззараживания молока
производительностью 2 т/ч

Очистка и обеззараживание молока осуществляется в напорном режиме, что позволяет забирать и подавать (откачивать) молоко из емкости в емкость. Эксплуатация КООМ может производиться в однократном, а при большой загрязненности молока в многократном режиме для достижения требуемой сортности.

Центробежная очистка.

Очистка молока центробежным путем достаточно распространенный способ, осуществляемый с помощью сепараторов или центрифуг. В центробежных молокоочистителях очищенное молоко практически не соприкасается с удаленными из него примесями. Кроме того за счет центробежных сил происходит отделение спорообразующих бактерий, что существенно снижает бактериальную загрязненность молока.

Установлено, что при очистке молока центробежным путем (при частоте вращения барабана $n=8000$ об/мин) бактериальная обсемененность его уменьшается в 1,5 раза.

Эффективность очистки возрастает с увеличением частоты вращения барабана, и при $n=14000$ об/мин – степень очистки составляет 85 %, при $n=25000...30000$ об/мин она достигает 99%.

Однако время работы центробежного молокоочистителя также является ограниченным, и оно зависит не только от конструкции

рабочего органа, но и от исходной загрязненности молока. Здесь имеет место закономерность, изображенная на рисунке 11.9.

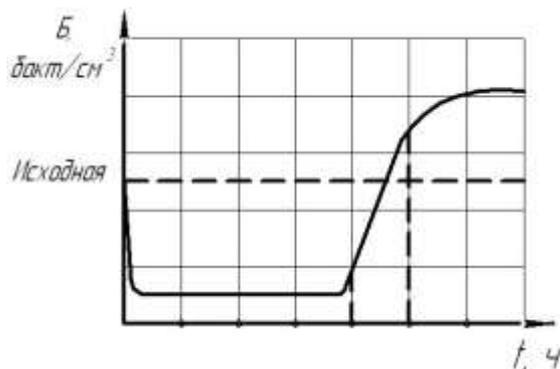


Рисунок 11.9 - Изменение бактериальной обсемененности молока за время работы сепаратора-очистителя

Время непрерывной работы сепаратора-очистителя, ч:

$$t = \frac{100V_{зр}}{pQ_c},$$

где $V_{зр}$ – объем грязевого пространства барабана, $дм^3$;

p – процент отложения загрязнений и сепараторной слизи от общего объема пропускаемого молока ($p=0,03...0,06$ %);

Q_c – производительность очистителя, $дм^3/ч$.

Объем грязевого пространства барабана сепаратора-очистителя в $дм^3$ определяют по формуле:

$$V_{зр} = \frac{\pi(R_{\max}^2 - R_{\min}^2)H}{1000},$$

где R_{\max} и R_{\min} – максимальный и минимальный радиусы грязевого пространства в барабане, $см$;

H – высота пакета тарелок барабана, $см$.

Для непрерывных поточно-технологических линий выпускаются сепараторы-молокоочистители с самоочищающимся барабаном.

Конструкция барабана с периодической выгрузкой осадка показана на рисунке 11.10, а схема подключения гидроузла саморазгружающегося сепаратора на рисунке 11.11.

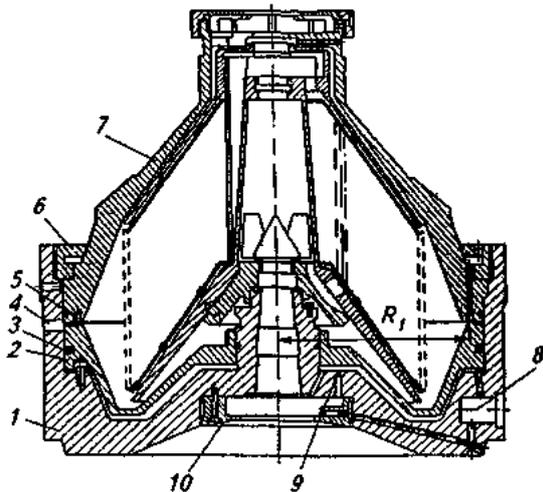


Рисунок 11.10 - Барабан сепаратора-сливкоотделителя с периодической выгрузкой осадка: 1 - основание барабана; 2 - подвижное днище; 3,5 - уплотнительные кольца; 4 - окно для выгрузки осадка; 6 - затяжное кольцо; 7 - крышка барабана; 8 - клапан разгрузки; 9 - жиклер; 10 - распределительное кольцо буферной воды

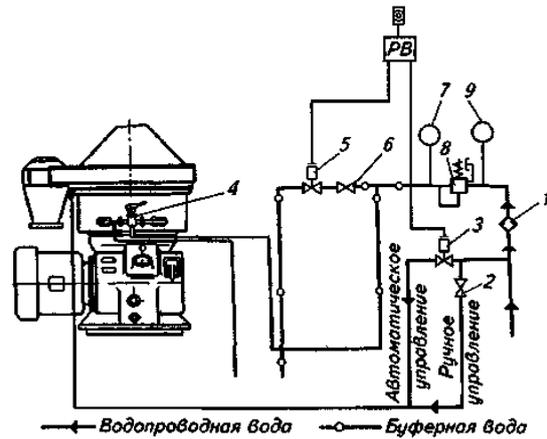


Рисунок 11.11 - Схема подключения гидроузла саморазгружающегося сепаратора: 1 - фильтр; 2, 6 - вентили ручного управления; 3 - вентиль подачи размывочной воды; 4 - трехходовой кран режимов работы; 5 - электромагнитный вентиль подачи буферной воды; 7, 9 - манометры; 8 - редуктор давления; PB - реле времени

На рисунке 11.12 представлены модели наиболее распространенных сепараторов-молокоочистителей.



Рисунок 11.12 – Сепараторы-молокоочистители: а - ОМ-1А ; б - Ротор-ОМ-3; в - Ж5-ОМЕ-С с центробежной автоматической выгрузкой осадка; г - Ротор-ОХО

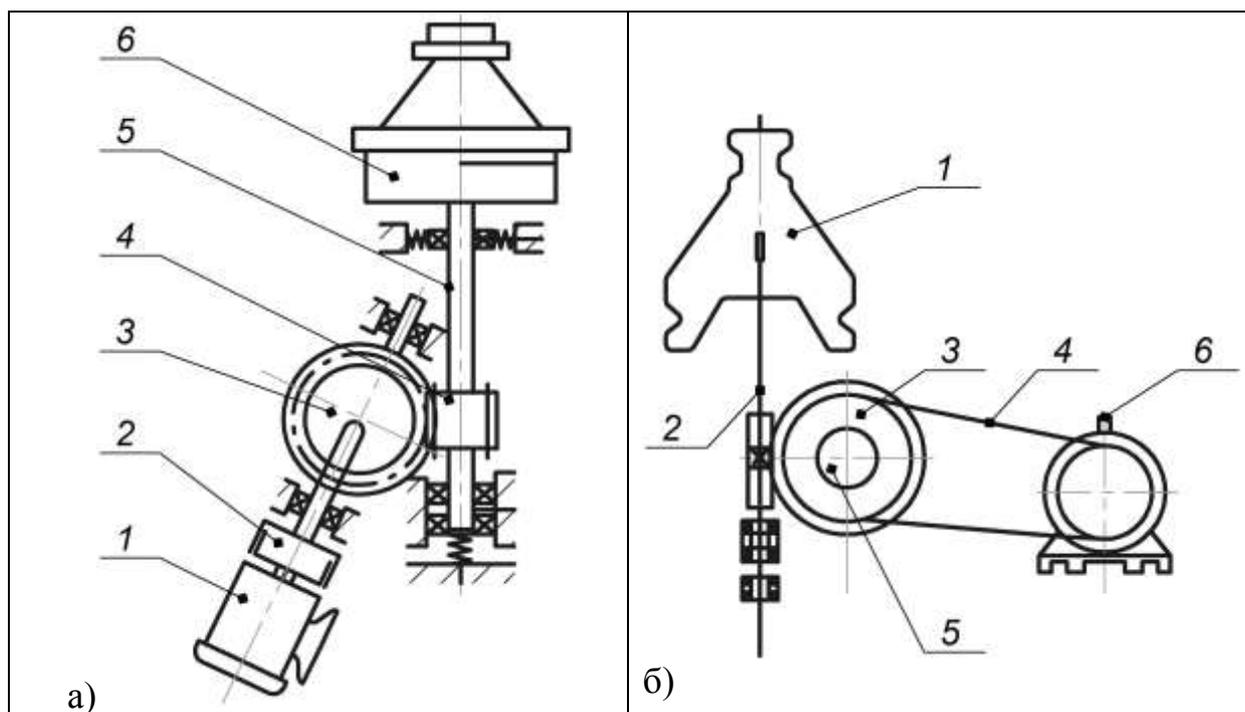


Рисунок 11.13 - Кинематические схемы редукторных сепараторов молока:
 а – со встроенным приводом: 1 – электродвигатель; 2 – фрикционная муфта;
 3,4 – червячная передача; 5 – ось; 6 – барабан
 б – с приводом через клиноременную передачу: 1 – барабан; 2,3 - червячная передача;
 4 – клиноременная передача; 5 – фрикционная муфта; 6 – электродвигатель

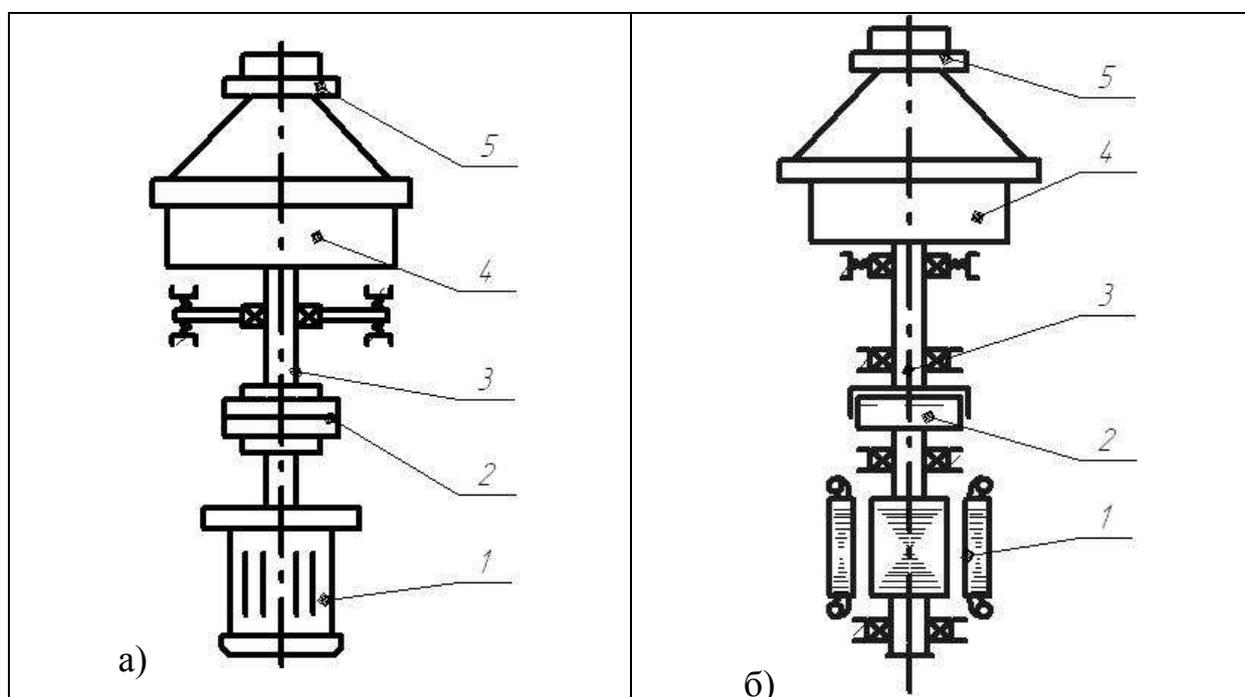


Рисунок 11.14 - Кинематические схемы безредукторных сепараторов молока:
 а – с частотно-управляемым электроприводом: 1 – электродвигатель на 400 Гц;
 2 – соединительная муфта; 3 – вертикальный вал; 4 – барабан; 5 – опора
 б – с гидродинамической муфтой: 1 – электродвигатель на 400 Гц;
 2 – гидродинамическая муфта; 3 – вертикальный вал; 4 – барабан; 5 - опора

Все сепараторы по конструкции привода разделяются на две большие группы: редукторные (мультипликаторные) и безредукторные. Кинематические схемы привода таких сепараторов представлены на рисунках 11.13 и 11.14.

Наиболее слабым звеном в приводе редукторных сепараторов с точки зрения работоспособности является червячная передача. Кроме того ее использование существенно снижает к.п.д. сепаратора, увеличивает его габаритные размеры, повышает вибрационную нагрузку на все элементы установки.

Наличие фрикционной муфты в приводе редукторных сепараторов существенно снижает величину пускового момента сопротивления на привод за счет увеличенной фазы разгона барабана до рабочей частоты вращения. Устройство некоторых конструкций фрикционных муфт показано на рисунке 11.15.

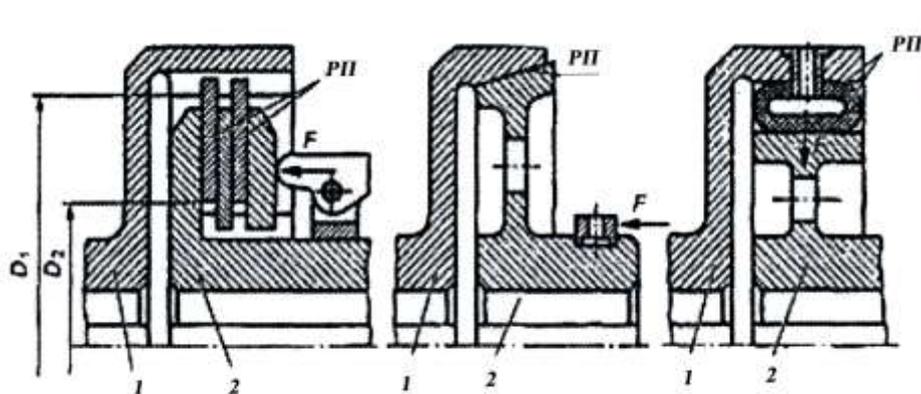


Рисунок 11.15 – Фрикционные муфты молочных сепараторов:
а-дисковая; б - конусная; в – цилиндрическая
1,2-полумуфты; РП – рабочая поверхность

Безредукторные сепараторы лишены названных недостатков. Однако для обеспечения питания электрической машины нужны специальные преобразователи частоты тока.

В мировой практике для очистки жидкостей, в том числе и молока, применяются мембранные аппараты самых различных конструкций, схемы некоторых из них представлены на рисунке 11.16.

Сущность всех мембранных методов очистки основана на разделении и концентрировании молочного сырья в процессе фильтрования его через специальные мембраны, которая представляет собой тонкую полупрозрачную пленку, размеры пор которой не превышают 0,5 мкм. Пленка помещается на макропористую подложку для усиления ее механической прочности. В качестве подложки чаще применяется пористая нержавеющей листовая сталь толщиной 0,5 – 3 мм с порами 0,5...10 мкм.

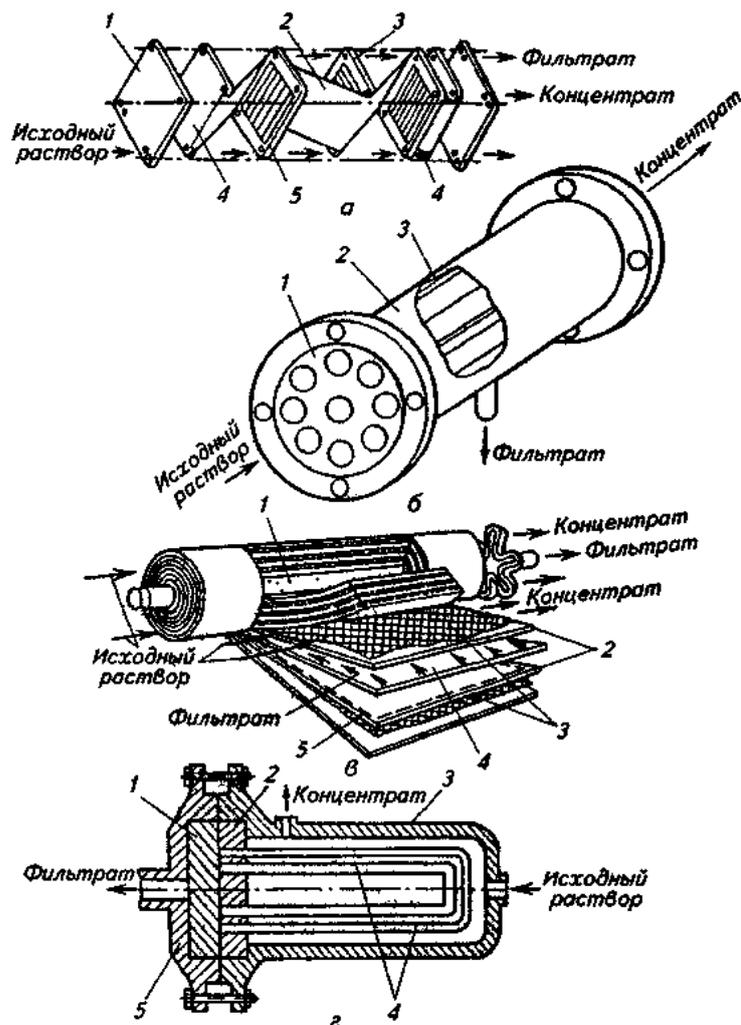


Рисунок 11.16 - Мембранные аппараты:

а – плоскорамный: 1 - фланец, 2 - мембрана; 3 - дренажная пластина; 4 - уплотнительная пластина; 5 - разделительная пластина;

б – трубчатый: 1 - герметизирующий материал (компаунд), 2 - корпус, 3 - мембрана,

в – рулонный: 1 - трубка для отвода фильтрата, 2 - мембрана; 3 - канало-образующий элемент (турбулизатор); 4 - подложка-дренаж; 5 - клеевое соединение,

г – с полыми волокнами: 1 - подложка-дренаж; 2 - шайба с полым волокном, 3 - корпус, 4 - полое волокно; 5 - крышка

3 Оборудование для охлаждения молока

Молоко охлаждают непосредственно на местах его производства с целью увеличения времени сохранения качественных показателей. Не охлажденное свежесырое молоко не хранится более 1,5...2 часов, что обусловлено так называемой «бактерицидной фазой молока». По истечении этого времени кислотность молока резко повышается, вызывая его порчу.

В соответствии с действующим ГОСТом охлажденным считается молоко, имеющее температуру в момент сдачи не более 8 °С.

В качестве источников холода для охлаждения молока используют искусственный холод или естественные источники (холодную воду, снег, лед).

Выбор технологического оборудования зависит от многих факторов, основными из которых являются объем обрабатываемого молока и способ охлаждения. Имеют место два наиболее распространенных способа охлаждения молока: в потоке с использованием пластинчатых или трубчатых охладителей и в резервуарах с использованием танков-охладителей или резервуаров-охладителей.

В доильно-молочных линиях наибольшее распространение получили **пластинчатые охладители**. Эксплуатация этих охладителей особенно удобна при наличии циркуляционной системы промывки молочной линии, позволяющей обходиться без ежедневной разборки и чистки аппарата.

По сравнению с погружными, оросительными, спиральными, резервуарными и другими теплообменниками пластинчатые аппараты имеют следующие преимущества:

- высокую эффективность процесса теплообмена;
- малый рабочий объем аппарата, что способствует быстрой реакции приборов автоматики на изменения условий процесса и, следовательно, обеспечивает быстрое и точное управление процессом;
- минимальные тепловые потери (тепловая изоляция не требуется);
- технологичность конструкции основных рабочих частей аппаратов, что создает условия для массового их изготовления при минимальной затрате материалов;
- возможность оперировать разнообразными компоновками теплообменных пластин, что позволяет в каждом конкретном случае подобрать наиболее оптимальное их сочетание, соответствующее условиям технологического процесса;
- легкость и быстроту монтажа, разборки и сборки, доступность рабочих поверхностей для осмотра и чистки, что особенно выгодно для производства, где требуется многократная чистка поверхности теплообмена;
- возможность безразборной мойки аппарата.

Определяющей особенностью пластинчатого охладителя является конструкция его теплопередающей стенки или теплообменной пластины. Формы теплообменных пластин и профили их поверхностей достаточно разнообразны.

Наибольшее распространение получили пластины ленточно-поточного и сетчато-поточного типов. Первый тип характеризуется тем, что создается поток жидкости между пластинами, который по форме подобен волнистой гофрированной ленте (рис. 11.17, *а*).

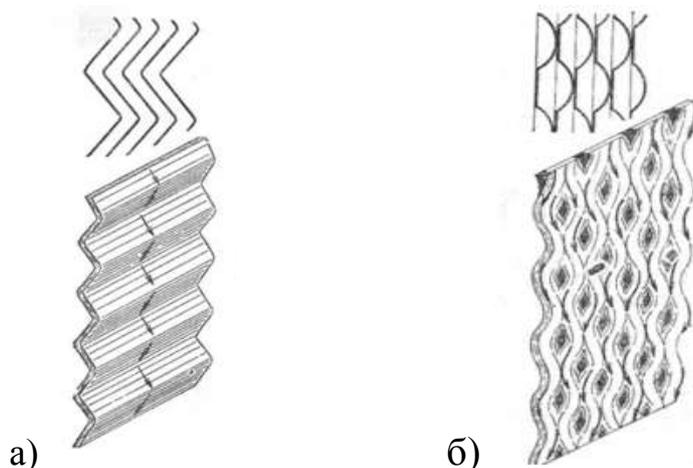


Рисунок 11.17 – Конструкция пластин и схема движения потока жидкости между ними: *а* - ленточно-поточного типа; *б* - сетчато-поточного типа

При использовании пластин второго типа происходит разветвление потока жидкости на смыкающиеся и расходящиеся струи (рис.11.17,*б*). Это связано с огибанием потоком опорных точек, образуемых взаимным пересечением наклонных гофр и расположенных по ширине канала подобно сетке.

Пластины сетчато-поточного типа обладают более высокими теплотехническими показателями.

Молоко поступает в аппарат через патрубок 1 (рис. 11.18,*б*) и через угловое отверстие в крайней пластине попадает в продольный канал 2 аппарата, образованный угловыми отверстиями пластин при их сжатии. По этому каналу оно движется до граничной пластины, имеющей глухой угол (без отверстия).

Из продольного канала молоко распределяется по нечетным зазорам между пластинами благодаря соответствующему расположению кольцевых прокладок в углах пластин. При движении в межпластинных зазорах оно обтекает рифленые поверхности пластин, которые с обратной стороны охлаждаются водой. Вверху молоко поступает в верхний продольный канал 3, распределяется по зазорам между пластинами второго пакета и через нижний продольный канал и патрубок 4 отводится из аппарата.

Вода подается в аппарат через патрубок 5, проходит по нижнему продольному каналу 6 до граничной пластины и распределяется по четным зазорам между пластинами. Затем она поступает в верхний

продольный канал, распределяется по зазорам между пластинами второго пакета и через нижний продольный канал 7 и патрубок 8 выводится из аппарата.

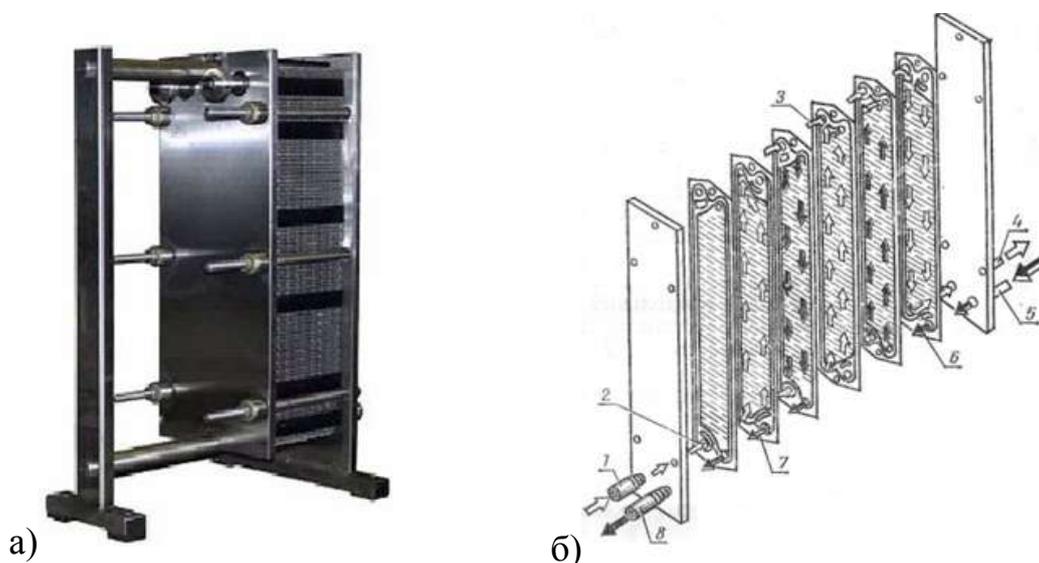


Рисунок 11.17 – Общий вид (а) и схема движения теплообменивающихся сред в пластинчатом охладителе (б):

1 - патрубки для подвода и отвода молока; 2 и 3 - соответственно нижний и верхний продольные каналы движения молока; 4, 5 - патрубки для подвода и отвода хладонотителя; 6, 7 - нижние продольные каналы движения хладонотителя

Наиболее распространенными металлами для изготовления теплообменных пластин и деталей, соприкасающихся с молоком, являются никелесодержащая нержавеющая сталь и титан.

Для эффективного охлаждения молока необходимо иметь достаточное количество хладонотителя на единицу молока и условия, обеспечивающие наивысшую теплопередачу.

На величину теплопередачи влияют следующие основные факторы:

- размер теплообменной поверхности;
- средняя разность температур между молоком и хладонотителем;
- скорость движения теплообменивающихся сред;
- теплопроводность и форма теплообменной поверхности;
- свойства охлаждаемой жидкости и хладонотителя.

Средняя разность температур между молоком и хладонотителем зависит от направления их потоков, которые могут быть прямоточными (прямоток) и противоточными (противоток).

Температурные графики показаны на рисунке 11.19.

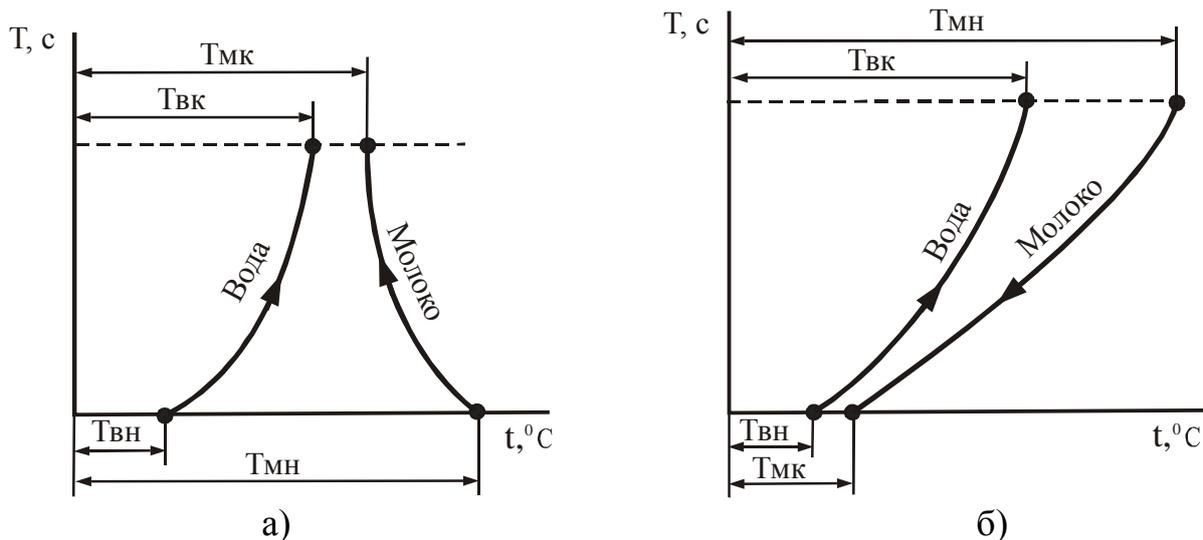


Рисунок 11.19 - Графики изменения температуры при:
а – прямотоке; б – противотоке.

При прямотоке температура молока не может быть ниже температуры выходящего из охладителя хладоносителя, за счет чего эффективность такого способа весьма низкая.

При противотоке температура охлаждаемого молока несколько выше температуры входящего хладоносителя, но всегда значительно ниже температуры хладоносителя на выходе из аппарата. Поэтому эффективность теплообмена при противоточном способе охлаждения значительно выше в сравнении с прямотоком.

Рабочая поверхность охладителя молока определяется по формуле:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{CP}},$$

где Q – количество теплоты, отдаваемого молоком, Bm ;

K – коэффициент теплопередачи, $Bm/m^2 \cdot ^\circ C$;

Δt_{CP} – средняя логарифмическая разность температур между молоком и хладоносителем, $^\circ C$.

Величина Δt_{CP} определяется как:

$$2.31g \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{\Delta t_{min}},$$

где Δt_{max} и Δt_{min} – соответственно, максимальная и минимальная разности температур между молоком и хладоносителем.

Количество теплоты (тепловой поток, тепловая мощность) (Bm), отдаваемой молоком хладоносителю, определяется по формуле:

$$Q = M \cdot C(t_{MH} - t_{MK}),$$

где M – массовый расход молока, кг/с;

C – удельная теплоемкость молока, Дж/кг·°С;

t_{MH} и t_{MK} – начальная и конечная температуры молока, °С.

Резервуары-охладители предназначены для сбора, охлаждения и хранения молока и выпускаются в открытом герметичном исполнении. Классификация резервуаров-охладителей представлена на рисунке 11.20.

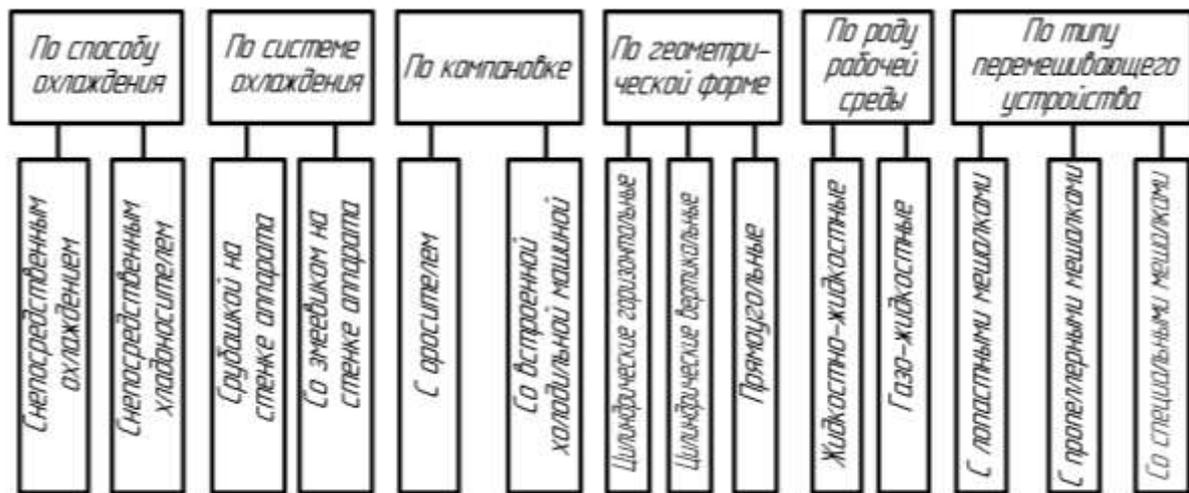


Рисунок 11.20 - Классификация резервуаров-охладителей

Охлаждение молока в резервуарах-охладителях (танках) осуществляется двумя способами:

а) непосредственно кипящим хладагентом (рис. 11.21,а);

б) посредством промежуточного хладоносителя, т. е. воды от холодильной установки (рис. 11.21,б).

В первом случае хладагент холодильной машины для своего кипения отнимает теплоту непосредственно от молока, во втором – от воды, превращая ее в лед (ледяную воду).

При применении комбинированной схемы охлаждения (рис.11.21,в), молоко предварительно охлаждается до температуры 10...15 °С в пластинчатом охладителе артезианской водой, а затем доохлаждается в резервуаре-охладителе. Это позволяет использовать холодильный агрегат пониженной мощности и снизить затраты электроэнергии по сравнению с другими схемами при охлаждении одного и того же объема молока. Перед второй дойкой молоко перекачивается в резервуар-термос, где и хранится до отправки. Исключение смешивания молока разных доек положительно сказывается на его качественных показателях.

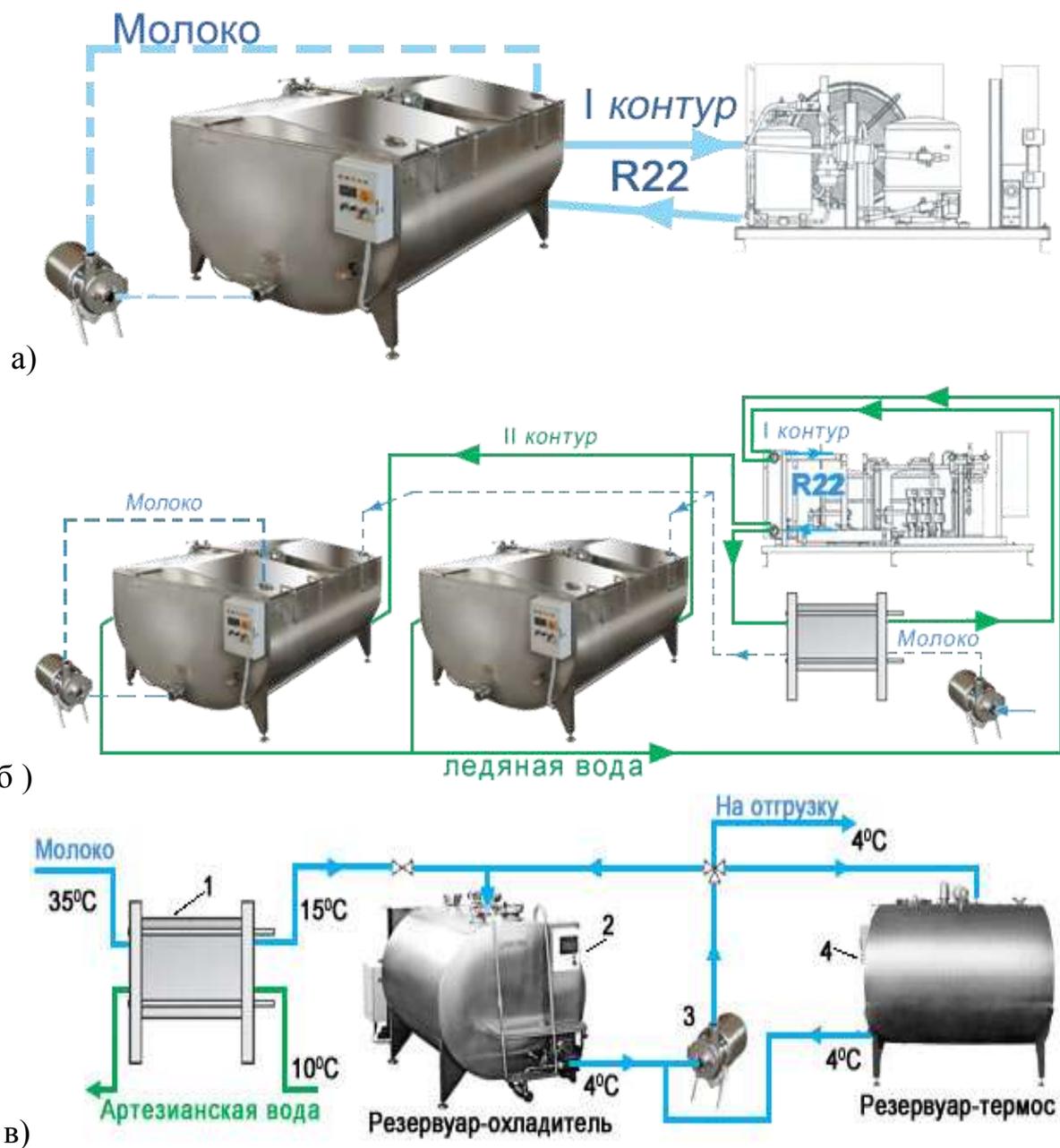


Рисунок 11.21 - Схемы охлаждения молока в резервуарах:
а – с непосредственным охлаждением; б – с промежуточным хладоносителем;
в – комбинированное охлаждение

По энергетическим показателям второй способ охлаждения уступает первому и характеризуется пониженным коэффициентом полезного действия холодильного агрегата. Это объясняется тем, что для аккумуляции льда требуется более низкая температура кипения хладагента. Снижение температуры кипения хладагента на 1°C уменьшает холодопроизводительность компрессоров в среднем на 3%. Однако данный способ делает возможным использование естественного холода в зимние месяцы года, что способствует снижению энергозатрат на данный процесс.

Резервуары с непосредственным охлаждением молока выпускают как со встроенным охладителем (испарителем), так и с погружным.

По исполнению резервуары со встроенным испарителем могут иметь автономную и встроенную холодильную установку. Резервуары емкостью до 1000 дм³, как правило, имеют встроенный холодильный агрегат, а большей емкости – автономный.

В настоящее время имеется большой типоразмерный ряд резервуаров-охладителей как отечественного (рис. 11.22), так и зарубежного производства (рис. 11.23).

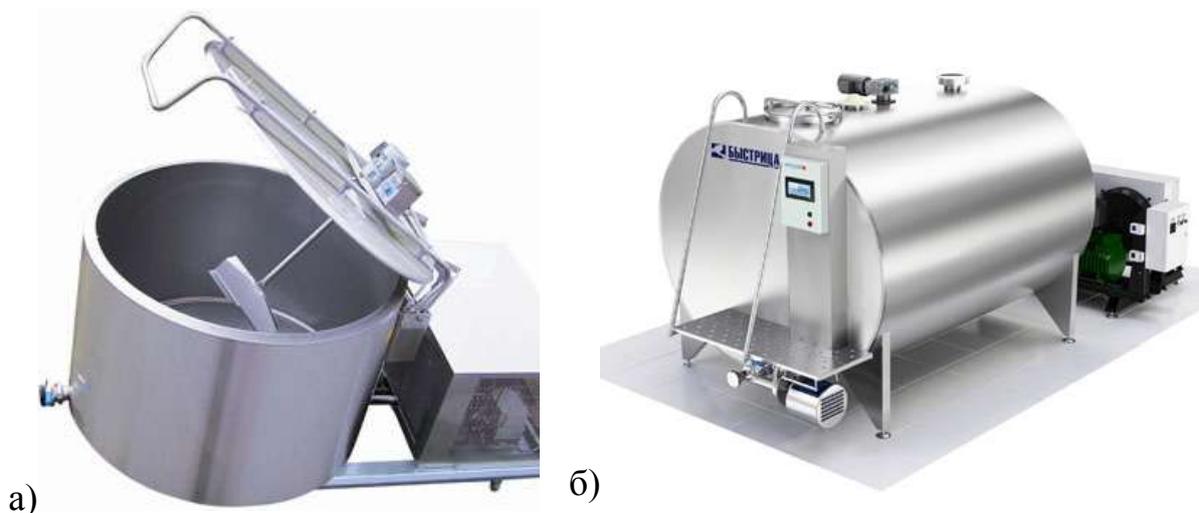


Рисунок 11.22 - Общий вид резервуаров-охладителей серии РО:
а – открытого типа; б – закрытого типа



Рисунок 11.23 – Резервуары-охладители производства фирм «Westfalia Surge» и «DeLaval»

Для личных подсобных и фермерских хозяйств выпускаются закрытые резервуары-охладители вместимостью от 100 до 1000 дм³ (рис. 11.24).

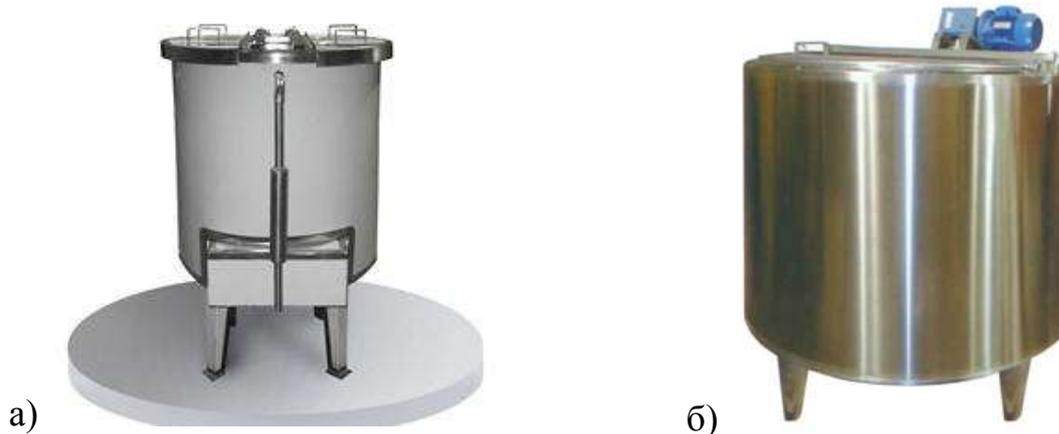


Рисунок 11.24 – Резервуары- охладители вместимостью 200 dm^3 (а) и 500 dm^3 (б)

С целью увеличения коэффициента теплопередачи и исключения отстоя молока резервуары-охладители оборудуют перемешивающими устройствами, наибольшее применение из которых получили лопастные мешалки (рис. 11.25).

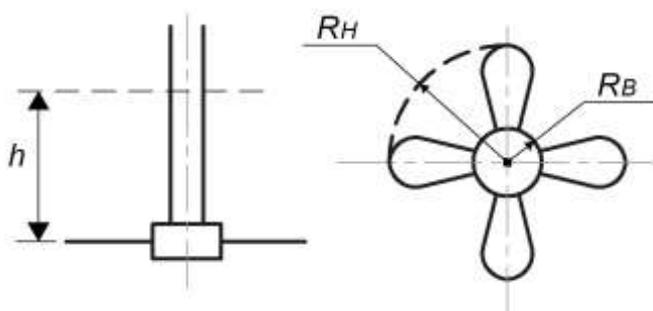


Рисунок 11.25 - К расчету мощности на привод лопастной мешалки

Выбор двигателя производят по величине пусковой мощности (kBm):

$$N_{\text{пуск}} = 0,052 \rho_m \cdot h \cdot Z \cdot n^3 (R_H^4 - R_B^4),$$

где ρ_m - плотность молока, кг/м^3 ;

h - глубина погружения мешалки, м ;

Z - число лопастей;

n - частота вращения мешалки, с^{-1} ;

R_H, R_B - наружный и внутренний радиусы лопастей, м .

4 Оборудование для пастеризации молока

По ГОСТ Р 51917-2002 «Продукты молочные и молкосодержащие. Термины и определения» под термином **пастеризация** понимается процесс термической обработки молока и продуктов переработки молока, направленный на снижение количества микроорганизмов.

Пастеризация, как способ обработки молока, широко применяется в разнообразных вариантах сочетания температуры нагрева и длительности последующей выдержки молока. Он в меньшей мере видоизменяет физико-механические показатели молока, чем обычное кипячение.

Аппараты, в которых проводят этот процесс, называются пастеризаторами.

К пастеризаторам предъявляются следующие основные требования:

1. Полное уничтожение болезнетворных микроорганизмов.
2. Не допускать изменения свойств обрабатываемого продукта.
3. Рабочие органы должны быть стойкими к химическому воздействию продукта и моющих жидкостей.
4. Универсальность, простота и надежность в эксплуатации.

1. Пастеризаторы классифицируются по виду (способу) обработки и источникам энергии (рис.11.26). Кроме того, в зависимости от характера протекания процесса пастеризаторы бывают непрерывного и периодического действия.



Рисунок 11.26 – Классификационная схема пастеризаторов

Имеют место три режима тепловой пастеризации: длительный, кратковременный и мгновенный.

Режим длительной пастеризации: нагрев молока до 60–65 °С с выдержкой в течение 30 минут.

Режим кратковременной пастеризации: нагрев до 76–78 °С с выдержкой в течение 20 секунд.

Режим мгновенной пастеризации: нагрев до 87–89 °С без дальнейшей выдержки.

Решающим фактором, обеспечивающим гибель микроорганизмов в молоке, является длительность температурного воздействия на продукт. Температурный график процесса пастеризации представлен на рисунке 11.27.

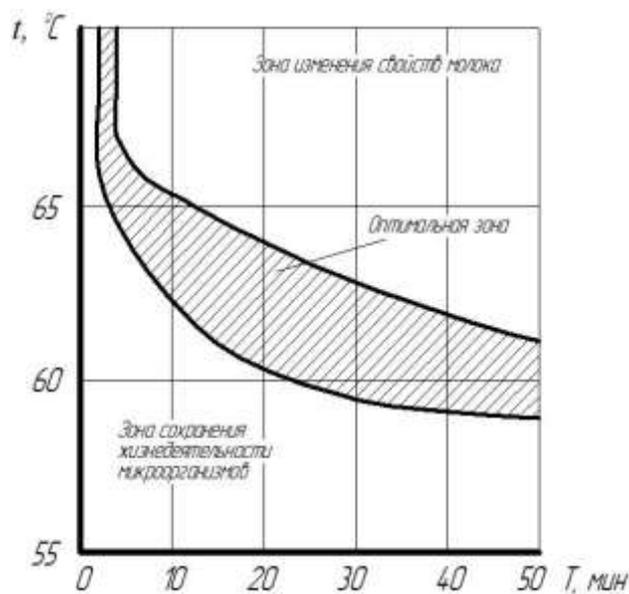


Рисунок 11.27 – Температурный график процесса пастеризации

Соотношение между температурой нагрева (t) и временем температурного воздействия (T) должно быть таковым, чтобы процесс пастеризации протекал в режиме оптимальной зоны, который обеспечивает обеззараживание молока при сохранении его качественных показателей.

Способы холодной пастеризации (без нагрева молока) заключаются в применении для этих целей ультрафиолетовых

облучателей, инфракрасных излучателей, а также различных вибрационных аппаратов.

После пастеризации необходимо охладить молоко, поэтому практически все схемы поточных технологических линий обработки молока после пастеризации предусматривают его охлаждение. Для снижения затрат энергии на обработку молока применяют регенеративные теплообменники.

Процесс возвращения теплоты от нагретого продукта к холодному называется **регенерацией** (рис. 11.28).



Рисунок 11.28 - Схема процесса регенерации

Отношение возвращенного количества теплоты к общему затраченному на процесс пастеризации называется коэффициентом регенерации и определяется по формуле:

$$\varepsilon = \frac{T_P - T_{МИ}}{T_{МП} - T_{МИ}},$$

где T_P - температура молока после регенерации, $^{\circ}\text{C}$.

$T_{МИ}$, $T_{МП}$ - соответственно, температура исходного и пастеризованного молока.

Чем выше величина T_P , тем эффективнее процесс регенерации. Применение регенеративных теплообменников обеспечивает снижение энергозатрат до 40... 45 %. Поэтому в настоящее время самое широкое распространение получили комбинированные пастеризационно-охладительные установки с регенеративными теплообменниками (секциями).

Общий вид и технологическая схема пастеризационно-охладительной установки с инфракрасным нагревом молока показана на рисунке 11.29, а схема электропастеризатора – на рисунке 11.30.

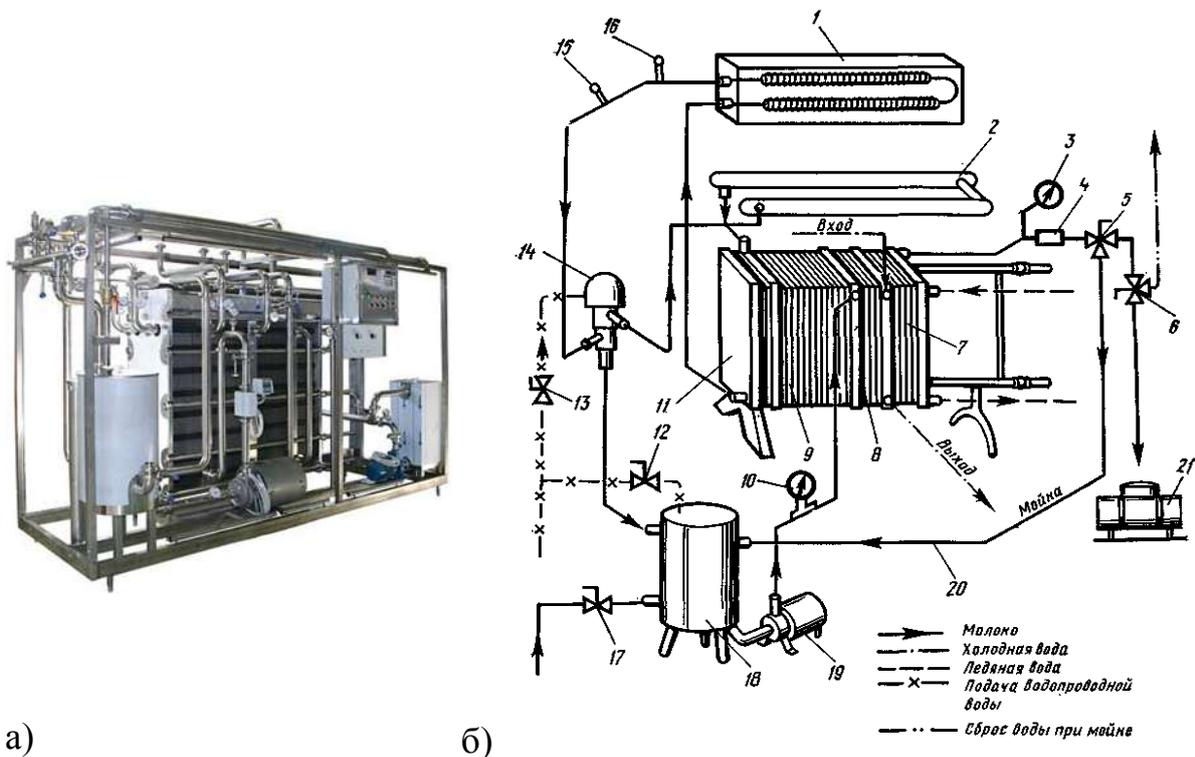


Рисунок 11.29 – Общий вид (а) и схема (б) пастеризационно - охлаждающей установки УОМ-ИК-1:

- 1-секция инфракрасного нагрева; 2 — выдерживатель; 3 - термометр манометрический; 4 - смотровой участок; 5, 6 - трехходовые краны; 7 - секция охлаждения ледяной водой; 8 - секция предварительного охлаждения; 9 - секция регенерации; 10 – электро-контактный манометр; 11 - пластинчатый теплообменник; 12, 13 - водопроводные вентили; 14 - перепускной клапан; 15 - термометр электроконтактный; 16 - термометр сопротивления; 17 - проходной кран для молока; 18 - уравнильный бак; 19 - молочный насос; 20 - моечный трубопровод; 21 - резервуар для хранения молока.

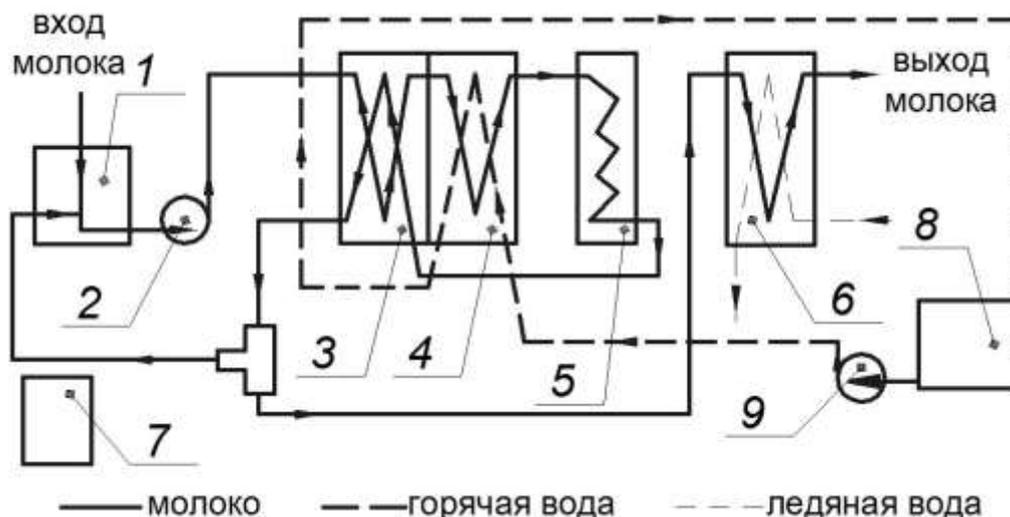


Рисунок 11.30 – Технологическая схема электропастеризатора МЗ-ОСП-75:
 1 - бак приемный; 2 - насос для молока; 3 - секция регенерации; 4 - секция пастеризации; 5 - выдерживатель; 6 - секция охлаждения; 7 - щит управления;
 8 - бак горячей воды; 9 - насос для воды; 10 - клапан возврата молока

Принципиально новыми устройствами являются гидродинамические пастеризаторы, в которых используется принцип прямого преобразования механической энергии привода в тепловую энергию молока. Благодаря этому температура стенок нагревателя всегда ниже температуры пастеризуемой жидкости. К тому же жидкость в пастеризаторе имеет высокую скорость, что устраняет образование на его внутренних стенках накипи, а сам процесс работы аппарата обеспечивает интенсивное перемешивание даже весьма вязких молочных продуктов.

Принципиальная схема пастеризационной установки с гидродинамическим (ГД) нагревателем молока представлена на рисунке 11.31. Главным элементом этой установки является гидродинамический нагреватель (рис. 11.32).

При работе пастеризационной установки молоко из приемного бака 6 насосом 7 подается в секцию 9 пластинчатого регенератора, где оно предварительно подогревается горячим пастеризованным молоком, поступающим из выдерживателя 4. Подогретое молоко подается в радиальные каналы 7 (рис. 11.32) ротора 5 гидродинамического нагревателя и наполняет ячейки 3. На молоко при вращении ротора осуществляется гидродинамическое воздействие лопаток ротора и корпуса. При этом возникает сильная турбулизация потока и молоко подвергается многократно внутреннему трению, что обеспечивает диссипацию энергии вращения ротора в тепловую энергию молока.

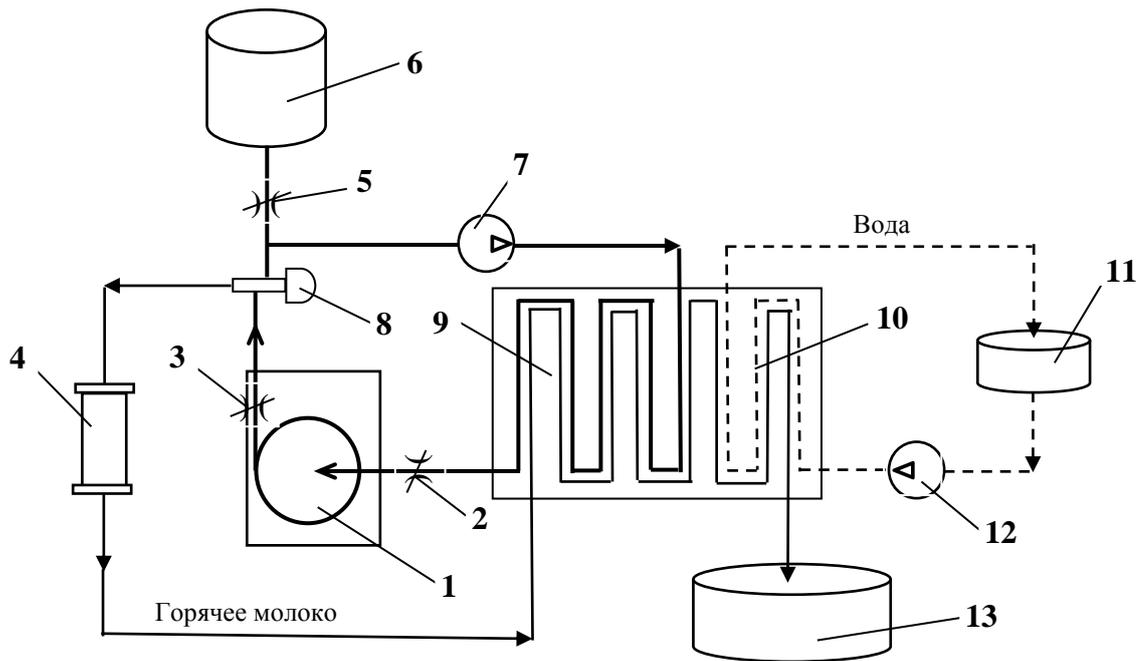


Рисунок 11.31 - Схема гидродинамической пастеризационной установки:
 1 – ГД нагреватель; 2, 3, 5 – краны; 4 – выдерживатель, 6 – приемный бак;
 7, 12 – насосы; 8 – автоматический клапан; 9 – секция регенерации; 10 – охладитель;
 11 – бак для воды; 13 – бак сбора пастеризованного молока

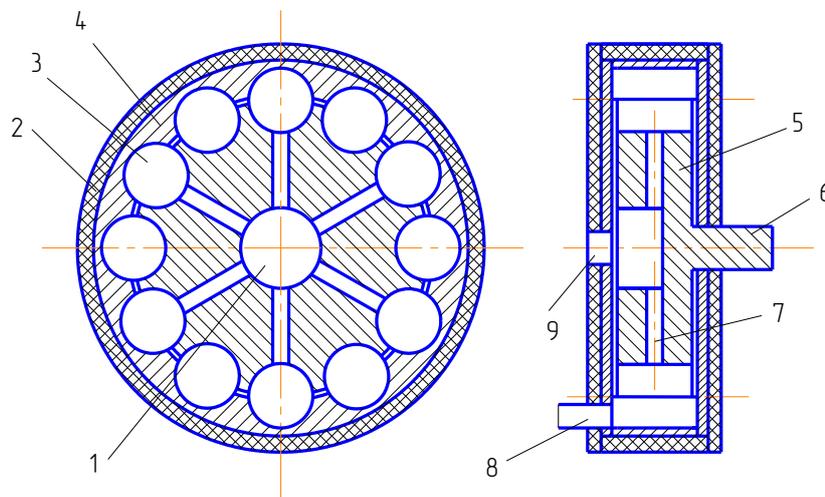


Рисунок 11.32 - Схема гидродинамического нагревателя молока:
 1 – расточка ротора; 2 – утепление; 3 – ячейка; 4 – корпус; 5 – ротор; 6 – вал;
 7 – радикальный канал; 8, 9 – отверстия ввода и вывода молока

Нагретое до температуры пастеризации молоко из ячеек нагревателя через патрубок 8 и автоматический клапан 8 поступает в выдерживатель 4 установки.

Горячее молоко после выдержки поступает на охлаждение в секцию регенерации 9. Здесь оно охлаждается встречным потоком холодного молока по пути в гидродинамический нагреватель и

переходит в секцию 10 пластинчатого аппарата, в которой происходит окончательное охлаждение его холодной водой. Охлажденное молоко собирается в резервуар-охладитель 13 для хранения до отправки на молочный завод.

В линии выхода горячего молока из гидродинамического нагревателя предусмотрен клапан 8 возврата на повторный нагрев, если температура его ниже, установленной для пастеризации. Краны 2, 3 и 5 установки служат для регулировки подачи и напора молока.

Для увеличения длительности срока хранения молока применяют метод ультравысокотемпературной обработки, предусматривающий нагрев до $135\text{ }^{\circ}\text{C}$ при повышенном давлении в секции пастеризации. На рисунке 11.33 показан общий вид установок для ультравысокотемпературной обработки молока.



Рисунок 11.33 – Установки для ультравысокотемпературной обработки молока

Машиностроительными заводами выпускается достаточно большой набор технологического оборудования для фермерских хозяйств и кооперации фермеров, арендных и коллективных предприятий. Для пастеризации молока на фермах с поголовьем до 100 коров предназначен электропастеризатор А1-ОПЭ-250, с поголовьем до 400 коров - А1-ОПЭ, в конструкции которых используется инфракрасный электронагрев. Секция ИК-нагрева (рис. 11.34) представляет собой набор кварцевых трубок, последовательно соединенных металлическими переходниками. Внутри трубок циркулирует обрабатываемое молоко. На каждой трубке имеется электронагреватель из нихромового провода.

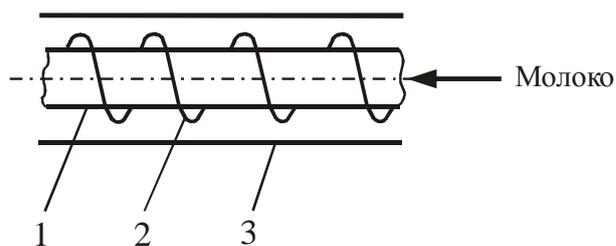


Рисунок 11.34 – Схема ИК-нагревателя:
1 – кавцевая трубка;
2 – нихромовый провод;
3 – отражатель

На рисунке 11.35 показан общий вид электропастеризаторов.

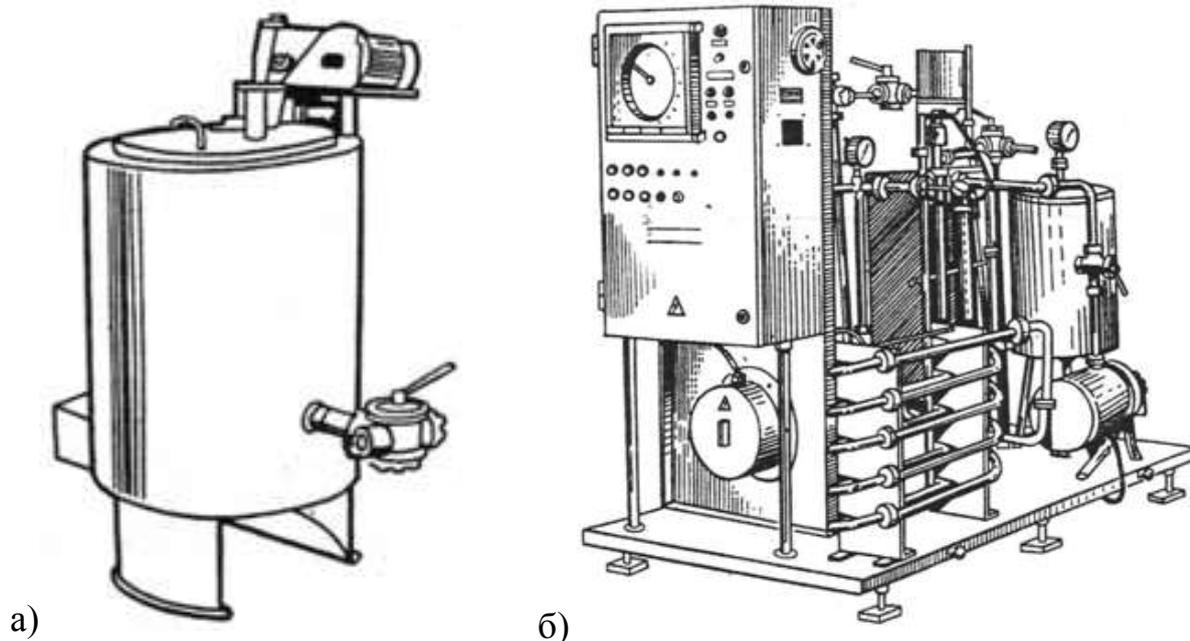


Рисунок 11.35 – Электропастеризаторы для малых предприятий и фермерских хозяйств:
а - производительностью 150 дм³/ч; б - производительностью 500 дм³/ч

Также применяются пастеризационные установки емкостного типа. К ним относятся ванны длительной пастеризации (ВДП), резервуары универсальные (РУМ), ванны пастеризационные универсальные (ВПУ) и др.

5 Оборудование для гомогенизации молока

Гомогенизация – это процесс механической обработки молока с целью раздробления (диспергирования) жировых шариков. В процессе обработки уменьшается размер жировых шариков, происходит перераспределение оболочечного вещества жирового шарика и стабилизируется жировая эмульсия. Этот способ механической обработки молока и жидких молочных продуктов, служит для повышения дисперсности в них жировой фазы, что позволяет исключить отстаивание жира во время хранения молока и развитие

окислительных процессов. При этом повышается питательная ценность гомогенизированного молока, так как тонкодиспергированный молочный жир легче усваивается организмом человека. В процессе гомогенизации в плазме молока увеличивается количество кальция в ионно-молекулярном состоянии, а часть коллоидного фосфата и цитрата кальция адсорбируется на поверхности жировых шариков.

Диспергирование жировых шариков, т.е. уменьшение их размеров и равномерное распределение в молоке, достигается воздействием на молоко значительного внешнего усилия (давление, ультразвук, высокочастотная электрическая обработка, кавитация и др.) в специальных машинах и аппаратах, называемых гомогенизаторами (рис. 11.36).

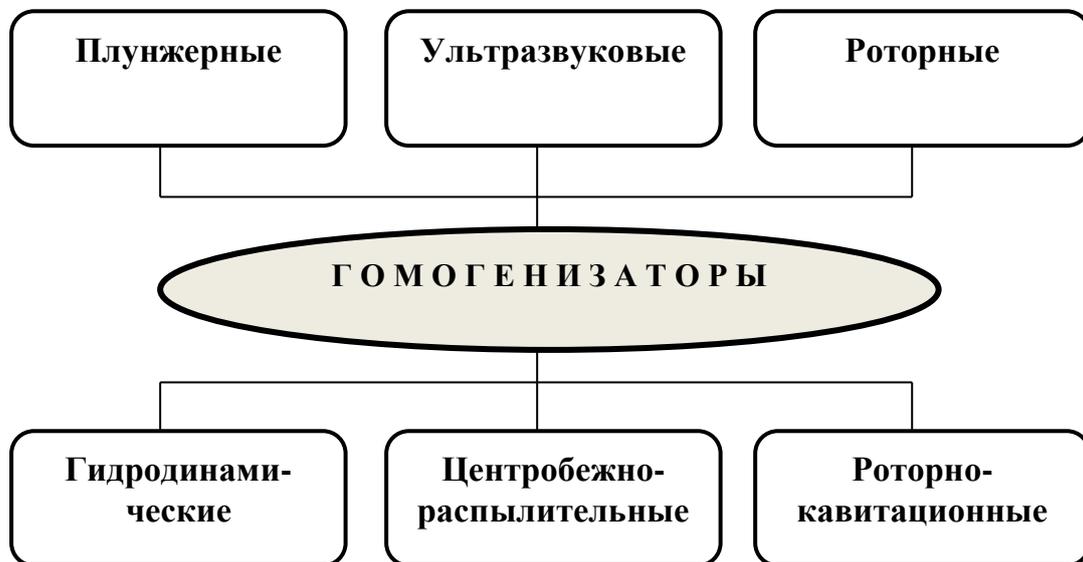


Рисунок 11.36 - Классификационная схема гомогенизаторов

Широкое применение нашли плунжерные гомогенизаторы с одно – и двухступенчатым способом гомогенизации (рис. 11.37). Непосредственно процесс дробления жировых шариков происходит при прохождении молока через гомогенизирующую головку (рис. 11.38) под высоким давлением (до $25 \cdot 10^5$ Па) и с большой скоростью.

Мощность (*кВт*) на привод плунжерного гомогенизатора:

$$N = \frac{Q \cdot P_r}{3.6 \cdot 10^6 \cdot \eta},$$

где Q - производительность, $м^3/ч$;

P_r - давление гомогенизации, $Па$;

η - коэффициент полезного действия передачи.

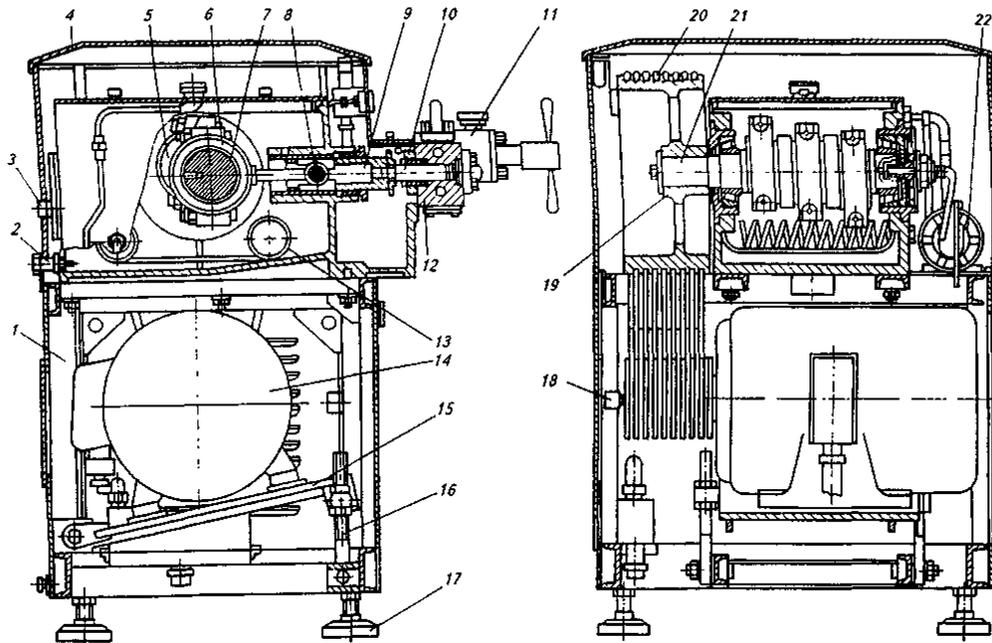


Рисунок 11.37 – Плунжерный гомогенизатор А1-ОГМ-2.5:

- 1 - станина; 2 - сливная пробка; 3 - маслоуказатель; 4 - крышка; 5 - кривошипно-шатунный механизм; 6 - шатун; 7 - вкладыш; 8 - палец; 9 - ползун; 10 - плунжер; 11 - гомогенизирующая головка; 12 - плунжерный блок; 13 - змеевик; 14 - электродвигатель; 15 - плата; 16 - устройство для натяжения ремней; 17 - опора; 18 - ведущий шкив; 19 - ведомый шкив; 20 - клиновой ремень; 21 - коленчатый вал; 22 – маслонасос

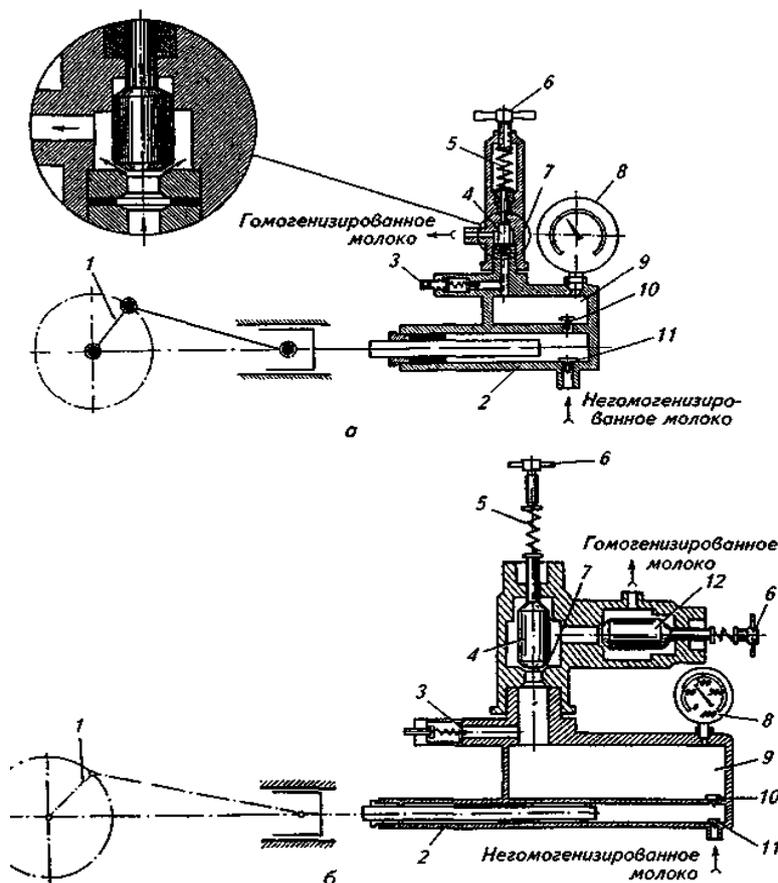


Рисунок 11.38 - Схема гомогенизирующей головки:

- а - одноступенчатой; б - двухступенчатой; 1 - кривошипно-шатунный механизм; 2 - плунжерный насос; 3 - клапан предохранительный; 4, 12 - гомогенизирующие клапаны первой и второй ступеней; 5 - пружина; 6 - регулировочные винты; 7 - седло; 8 - манометр; 9 - нагнетательная камера; 10, 11 - нагнетательный и всасывающий клапаны

Выпускается модельный ряд гомогенизаторов серии ОГМЗМ производительностью от 0,5 до 5 тонн в час, которые предназначены для механической обработки молока и жидких молочных продуктов с температурой от 45° до 85 °С. Давление в данных моделях гомогенизаторов создается трехплунжерными насосами.

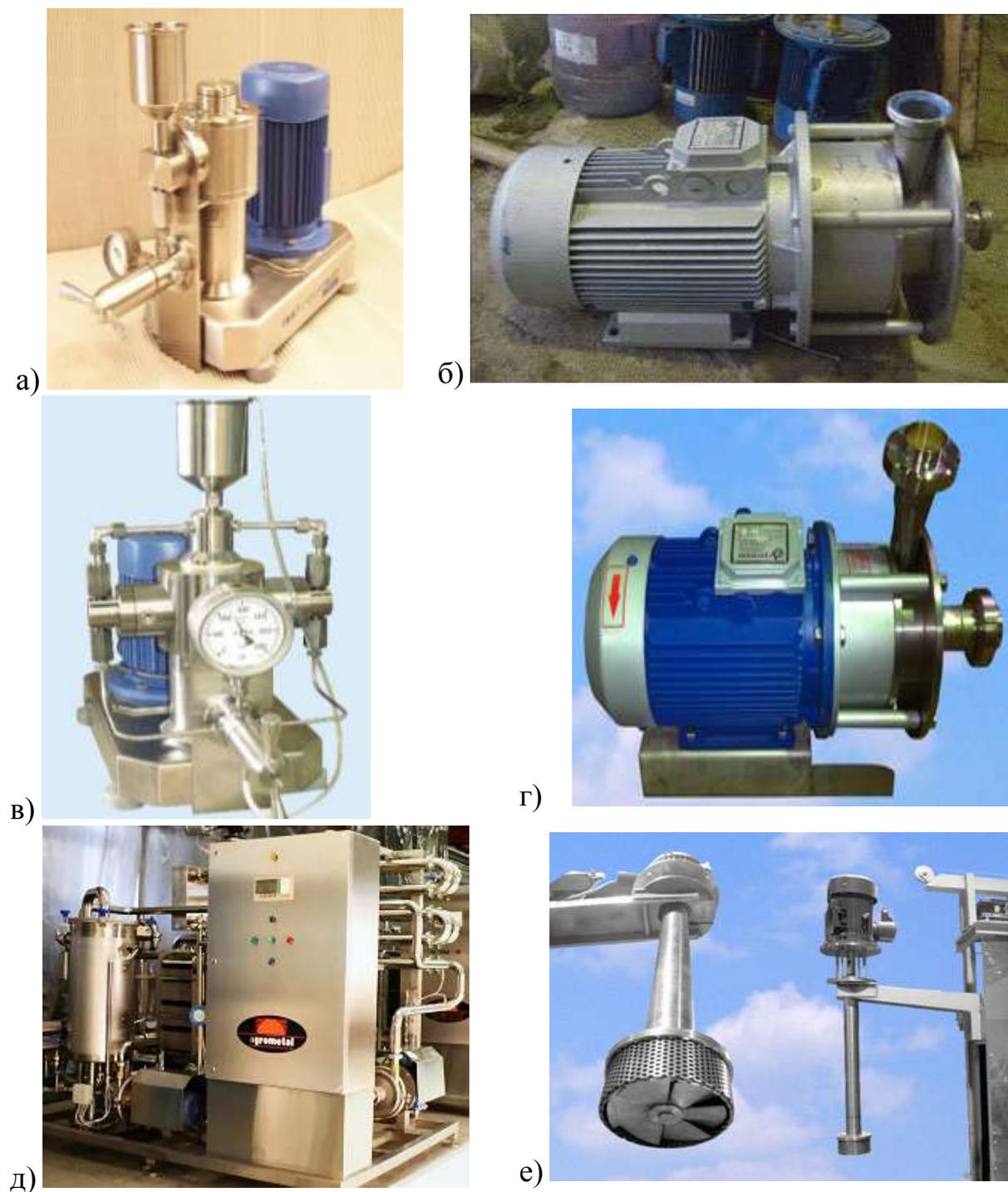


Рисунок 11.39 – Гомогенизаторы:

а – роторный; б – роторно-кавитационный; в – центробежно-распылительный; г – гидродинамический; д – ультразвуковой; е - погружной

На рисунке 11.39 показаны другие модели гомогенизаторов. Погружные гомогенизаторы (рис. 11.39,е) применяются для обработки не только молока, но и для создания стойкого однородного продукта из жидких и вязких компонентов (сиропов, майонезов, фруктовых и овощных паст). Также они используются в фармацевтической, косметической, химической и лакокрасочной отраслях промышленности.

6 Оборудование для переработки молока

Сепарирование молока

Процесс разделения на фракции жидких неоднородных смесей в поле центробежных сил называется сепарированием. Его относят к механической обработке молока и молочных продуктов, так как в результате проведения процесса не изменяется химический состав исходного продукта. Сепарирование молока производят с целью получения сливок или сливочного масла. Скорость выделения жира при этом в 2,5 – 3 млн. раз выше, чем при естественном отстое. Побочным продуктом процесса сепарирования является обезжиренное молоко (обрат), используемое как кормовая добавка при выращивании телят, поросят, ягнят и др. молодняка животных.

Особенно актуальным сепарирование приобретает в условиях личных подсобных и фермерских хозяйств, где бытовой сепаратор-сливкоотделитель является основным средством для переработки молока.

В стране ежегодно изготавливается около 150 тысяч бытовых сепараторов-сливкоотделителей. Причем в большинстве из них наиболее слабым звеном является морально устаревший электродвигатель коллекторного типа. Отказы составляют до 30%, в основном, из-за снижения напряжения в сети до 200 вольт и менее, что в сельских районах не редкость. Сепаратор на базе коллекторного двигателя перестает выполнять свою основную функцию – обеспечивать частоту вращения барабана, необходимую для разделения молока на сливки и обрат.

Однако в настоящее время основой широкого внедрения на современном рынке интеллектуальных электроприводов для бытовых сепараторов-сливкоотделителей становятся базовые модели индукторного двигателя с электронным управлением, превосходящий традиционный коллекторный по целому ряду показателей:

– энергосбережение – потребляемая мощность в 1,5 раза меньше;

- экономия цветных металлов – содержание меди в 10 раз меньше;
- надежность – рабочий ресурс, как минимум, в 10 раз больше;
- время непрерывной работы – не ограничено (у коллекторного не более 30 минут);
- способен стабильно работать при значительных отклонениях напряжения питающей сети от 150 В до 242 В;
- экологичность – отсутствует щеточная пыль.

В настоящее время малогабаритные молочные сепараторы в России производят как предприятия бывшей отрасли тракторного и сельскохозяйственного машиностроения, так и предприятия бывшего оборонного комплекса. Крупнейшими из них являются: машиностроительный завод "Смычка" (г. Плавск), ПО "Кургансельмаш" (г. Курган), ПО Алтайский тракторный завод (г. Рубцовск), завод "Радиатор" (г. Бугуруслан), Пензенский машиностроительный завод (г. Пенза), Пензенский завод текстильного машиностроения (г. Пенза), производственное предприятие «ИРИД» (г. Новочеркасск) и другие.

Также оборудование разрабатывает и предлагает на российском рынке инжиниринговая фирма "Tuchenhagen Москва", входящая в состав промышленной группы "OttoTuchenhagen GmbH & Co. KG" (ФРГ).

Основным узлом сепаратора-сливкоотделителя является барабан, в котором под действием центробежных сил происходит процесс разделения молока на сливки и обрат. На рисунках 11.40 и 11.41 приведены схема конструктивного оформления барабана открытого (полузакрытые и закрытые сепараторы для бытовых целей серийно не выпускаются) сепаратора с периодической ручной выгрузкой осадка бытового сливкоотделителя «Новочеркассец» и его составные части. Тарелкодержатель в нем выполнен из пищевой пластмассы. На его наружной стороне имеются четыре грани для фиксации тарелок. На тарелках имеются три отверстия и несколько выпуклостей, размещенных по конической поверхности. При сборке тарелок в пакет отверстия в них, совпадая друг с другом, образуют три вертикальных канала. По этим каналам молоко поступает в межтарелочные пространства.

Отверстия в тарелках расположены таким образом, чтобы при поступлении молока в них происходило основное выделение жира. Расположение отверстий соответствует примерно пограничному слою между объемом барабана, занятым молоком, и объемом, занятым сливками.

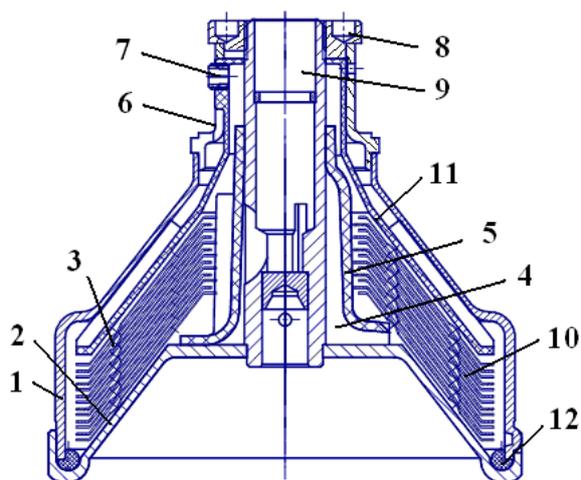


Рисунок 11.40 - Барабан бытового сепаратора-сливкоотделителя в разрезе:

1 – крышка; 2 – основание; 3 – вертикальный канал; 4 – канал подачи молока; 5 – тарелкодержатель; 6 – выход обраты; 7 – регулировочный полый винт; 8 – гайка; 9 – канал центральный; 10 – пакет тарелок; 11 – разделительная тарелка; 12 – кольцо уплотнительное

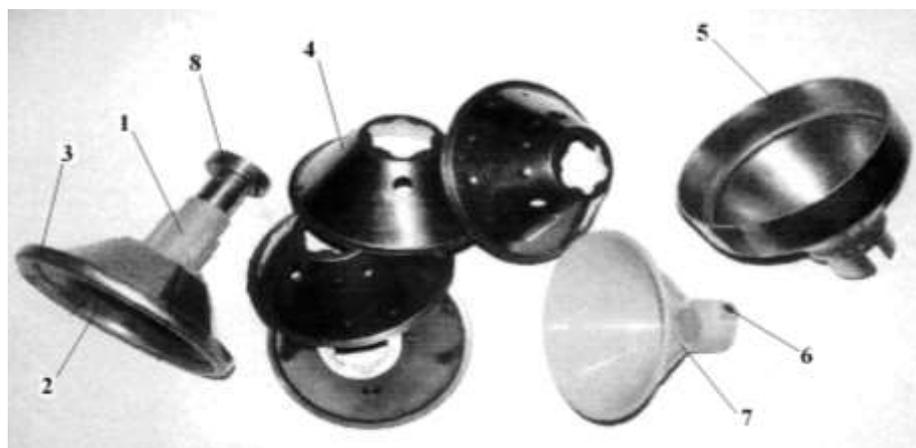


Рисунок 11.41 - Составные части барабана:

1 – тарелкодержатель; 2 – основание; 3 – кольцо уплотнительное; 4 – пакет тарелок; 5 – крышка; 6 – винт регулировочный; 7 – тарелка разделительная; 8 – гайка

Под действием поля центробежных сил инерции молоко разделяется на две фазы, которые непрерывно выводятся из сепаратора. Легкая фаза (жировые шарики) удаляется через полый регулировочный винт, а тяжелая фаза (плазма) – по внешней поверхности разделительной тарелки в отверстие для обезжиренного молока. Если в молоке находятся частицы, характеризующиеся более высокой плотностью (механические включения), то они накапливаются на внутренней поверхности крышки барабана сепаратора в шламовом (грязевом) пространстве.

Ниже приводится описание конструкций некоторых наиболее распространенных моделей бытовых сепараторов.

Сепаратор бытовой электрический «Ротор» (рис. 11.42) выпускается Алтайским приборостроительным заводом «Ротор», г. Барнаул. Он предназначен для сепарирования свежего, хорошо процеженного молока с жирностью 3...5%, подогретого до температуры 40...45 °С.

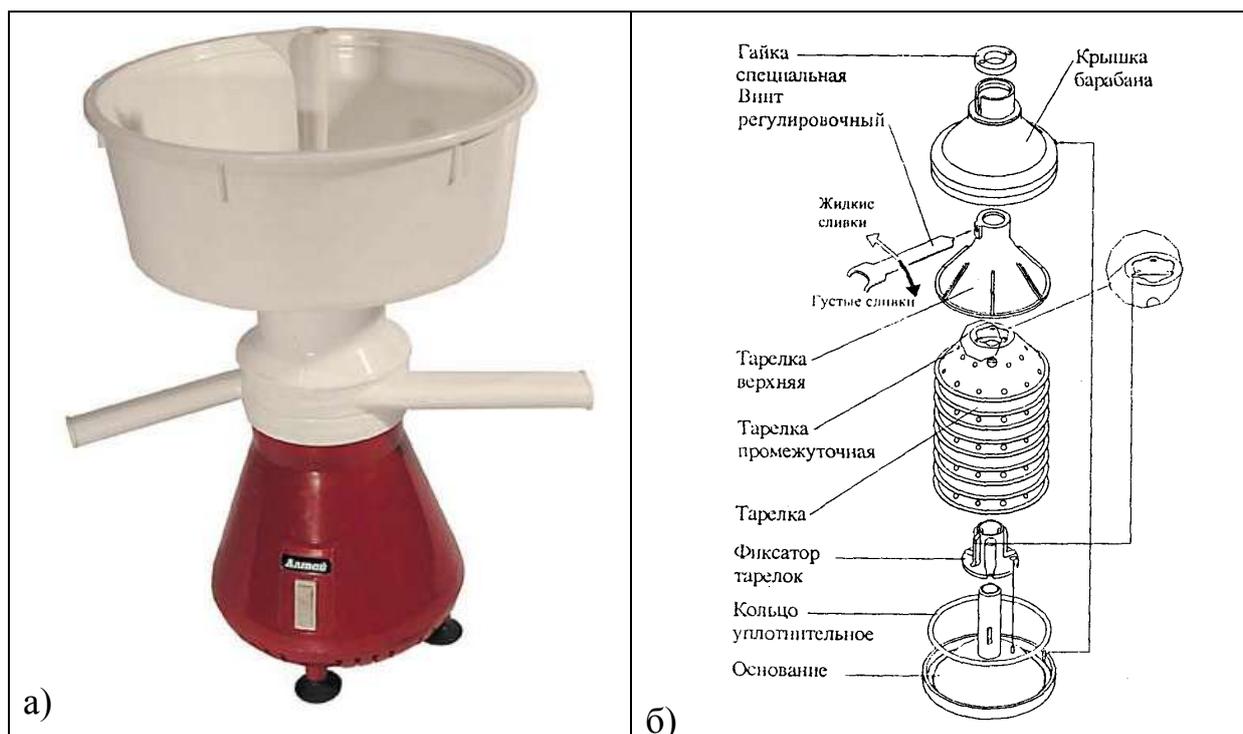


Рисунок 11.42 – Общий вид (а) и устройство барабана сепаратора «Ротор»

Сепаратор центробежный «Мотор СИЧ СЦМ-80» выпускается открытым акционерным обществом «Мотор СИЧ». Он состоит (рис. 11.43) из корпуса 5 с электродвигателем 7, барабана 4, молокоприемника 2 с краном 1, поплавковой камеры 9 с поплавком 3, приемников обрата 10 и сливок 11. На корпусе 5 установлен выключатель 6, которым подключается к сети 220 вольт коллекторный электродвигатель 7. Он крепится к корпусу 5 шпильками 8 через амортизаторы 9. Амортизаторы сглаживают резкие толчки в момент пуска электродвигателя и исключают возможность схода барабана 4 с его конусного хвостовика.

Особенностью конструкции барабана является набор тарелок, состоящий из двух типов. Все тарелки имеют выпуклости по конусной поверхности, что обеспечивает формирование одинаковых межтарелочных зазоров, а для создания более равномерного потока отверстия в тарелках, подающие молоко, смещены по отношению к выпуклостям. При сборке барабана тарелки типа «А» и «Б» (рис. 11.44) устанавливаются поочередно. Во вращательное движение барабан приводится коллекторным электродвигателем, поэтому время непрерывной работы не должно превышать одного часа без последующей остановки на 20...30 минут для его охлаждения.

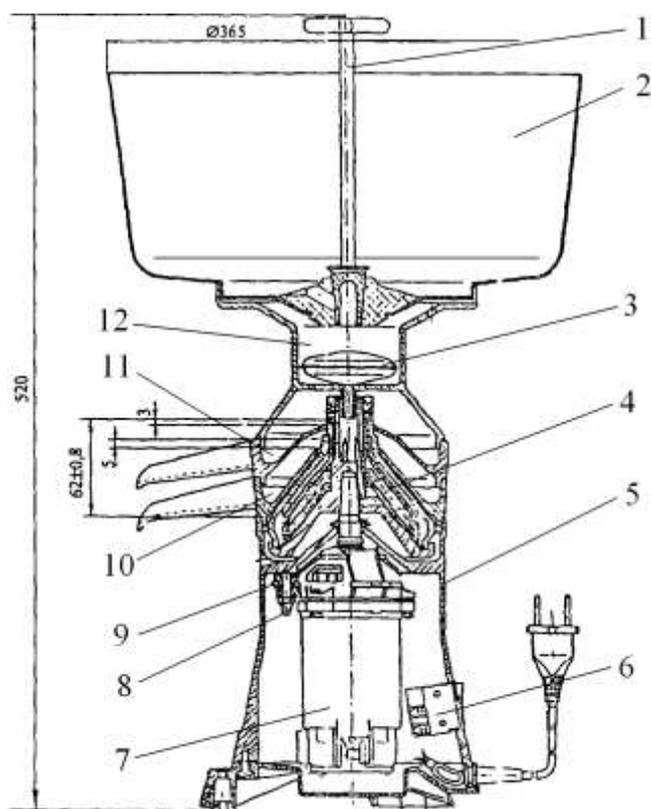


Рисунок 11.43 - Сепаратор «Мотор СИЧ ССМ-80»:

1 – кран; 2 – молокоприемник; 3 – поплавок; 4 – барабан; 5 – корпус сепаратора; 6 – выключатель; 7 – электродвигатель; 8 – шпилька; 9 – амортизатор; 10 – приемник обраты; 11 – приемник сливок; 12 – камера поплавка

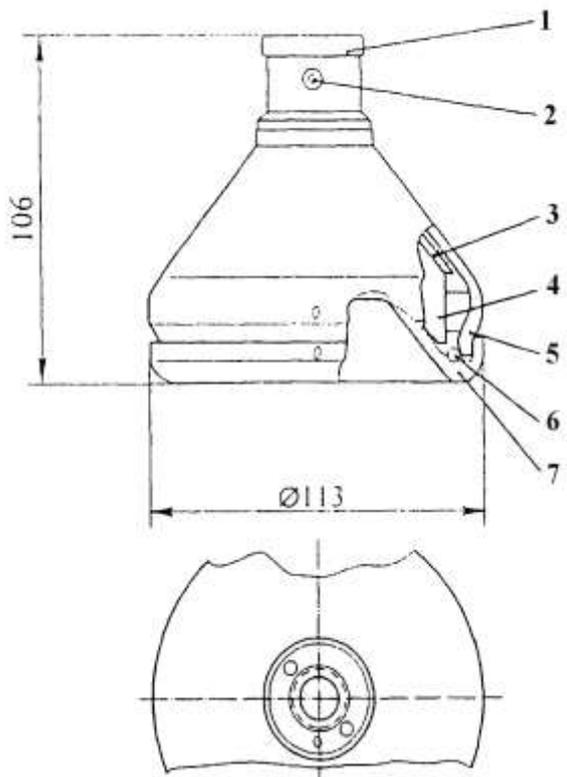


Рисунок 11.44 - Барабан сепаратора «Мотор СИЧ ССМ-80»:

1 – гайка; 2 – регулировочный винт; 3 – тарелка разделительная; 4 – набор тарелок; 5 – крышка; 6 – кольцо уплотнительное; 7 – корпус

Сепаратор-сливкоотделитель бытовой электрический ИРИД-50-12 выпускается производственным предприятием «ИРИД» (г. Новочеркасск). Предназначен для разделения цельного молока на сливки и обезжиренное молоко с одновременной очисткой их от посторонних включений: механических примесей, частиц свернувшегося белка, клеток, частично от микроорганизмов и др. В конструкции сепаратора применены элементы повышенной комфортности, создающие дополнительные удобства в работе:

– регулирование жирности сливок с помощью регулятора, расположенного на лицевой панели электропривода в процессе сепарирования без остановки барабана;

– запоминание установленного режима сепарирования.

Сепаратор-сливкоотделитель ИРИД-2 (рис. 11.45) состоит из электропривода, распределительного устройства (посуды) и барабана.

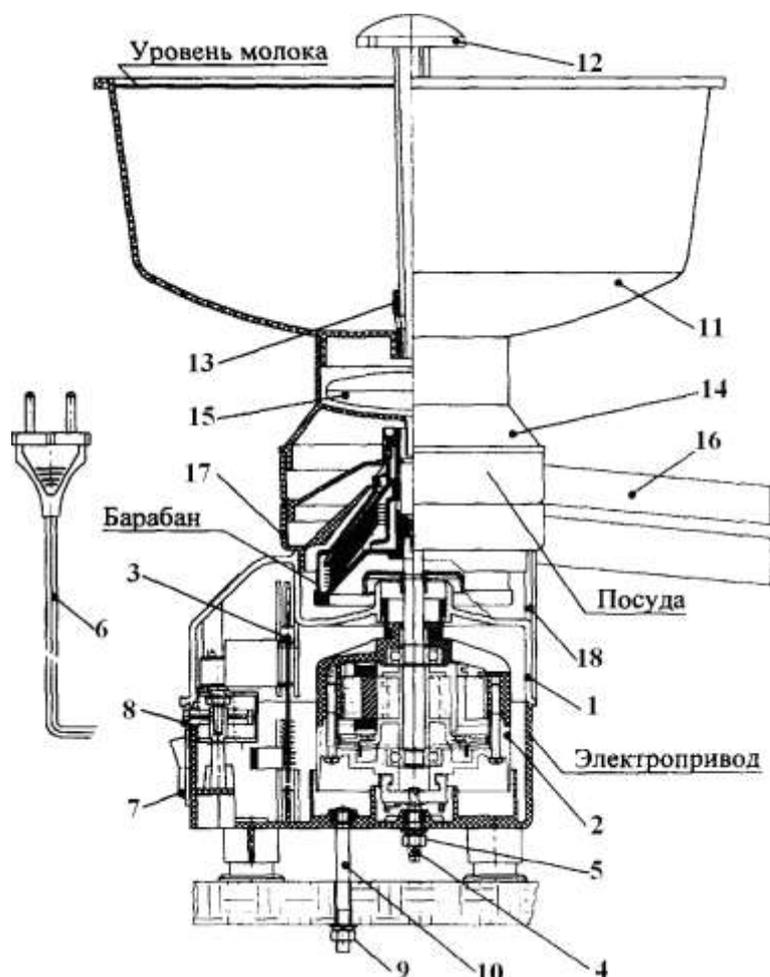


Рисунок 11.45 - Сепаратор-сливкоотделитель ИРИД-50-12:

1 – корпус; 2 – электродвигатель; 3 – электронный блок управления; 4 – винт специальный; 5 – гайка; 6 – шнур сетевой; 7 – выключатель; 8 – регулятор частоты вращения; 9 – гайка; 10 – шпилька; 11 – молокоприемник; 12 – ручка крана; 13 – пробка крана; 14 – камера поплавковая; 15 – поплавок; 16 – приемник сливок; 17 – приемник обраты; 18 – паз дренажный

Сепаратор отличается современной конструкции привода без коллектора и электрощеток, плавным запуском, простотой обслуживания, малыми размерами, оригинальным внешним видом. Кроме того он может комплектоваться ручным механическим приводом, выпускаемым ОАО «Пензмаш». В зависимости от условий эксплуатации владелец сепаратора самостоятельно выбирает электрический или механический привод, на котором лучше в данных условиях сепарировать молочные продукты.

При выборе привода сепаратора необходимо учитывать следующие его режимы работы – пусковой (разгон барабана до рабочих оборотов), рабочий ход и холостой ход.

При выборе типа и мощности электрического двигателя для привода сепараторов основным режимом является пусковой, так как пусковая мощность в 1,5 – 2 раза больше потребной для рабочего хода.

В период рабочего хода мощность распределяется следующим образом :

- на трение в приводном механизме – 25 %;
- на трение барабана о воздух – 50 %;
- на сообщение кинетической энергии выбрасываемой жидкости – 25 %.

Пусковая мощность (Bm) определяется по формуле:

$$P_{II} = \frac{I \cdot \omega^2}{t \cdot \eta},$$

где I - момент инерции барабана относительно оси вращения, $H \cdot m \cdot c^2$;

ω - угловая скорость вращения барабана, c^{-1} ;

η - механический к.п.д. передачи ($\eta = 0.7 - 0.8$);

t - время разгона барабана ($t = 100 - 300 \text{ c}$).

Механическая характеристика (рис. 11.46) сепаратора выражается формулой:

$$M_c = M_0 + a_1 \cdot n^2,$$

где M_0 – начальный момент сопротивления троганию ($M_0 = 0,2 - 1,0 \text{ H} \cdot m$);

n – частота вращения барабана, $об/мин$;

a_1 – коэффициент, зависящий от качества обработки элементов привода и барабана, массы барабана, $(об/мин)^2$.

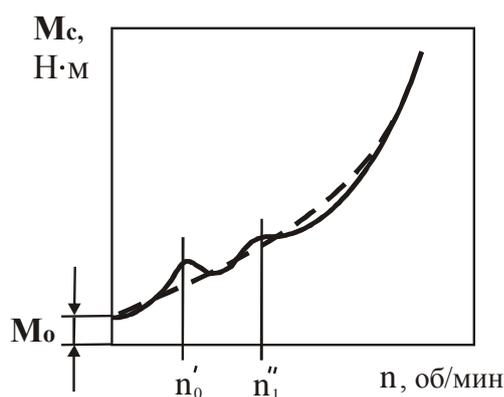


Рисунок 11.46 – Механическая характеристика сепаратора:

- - - - теоретическая;
- фактическая

Всплески на кривой $M_C=f(n)$ объясняются явлением резонанса.

Нагрузочная диаграмма $[M_C=f(n)$ или $N=f(t)]$ при установившемся рабочем режиме сепаратора имеет слабо пульсирующий характер не значительного изменения мощности. Практически $N=const$ во времени. Абсолютное значение N находится в кубической зависимости от частоты вращения барабана.

В таблице приведены наиболее характерные отказы, возникающие при эксплуатации сепараторов с электрическим приводом.

Таблица – Неисправности сепараторов и методы устранения

Возможная неисправность	Причина	Метод устранения
1	2	3
Плохое обезжиривание	Кислое молоко	Сепарировать свежее молоко
	Неправильно собран барабан, не затянута гайка, слабо зажат пакет тарелок, не все промежуточные тарелки поставлены	Проверить сборку барабана, поставить недостающие промежуточные тарелки, затянуть плотно гайку
Сливки получаются жидкими, при этом регулятор находится в крайнем правом положении	Слишком вывернут регулировочный винт барабана	Завернуть регулировочный винт на 1–1,5 оборота
	Очень горячее молоко	Охладить молоко до температуры 35...45 °C
	Загрязнен барабан	Разобрать барабан, очистить от осадка, детали барабана промыть

Продолжение таблицы

1	2	3
Молоко вытекает через дренажный паз	Слабо затянута гайка барабана	Затянуть гайку
	Неправильно установлено или повреждено уплотнительное кольцо	Проверить установку уплотнительного кольца
	Кран открыт до выхода барабана на рабочие обороты	Открывать кран через 2 минуты после включения электропривода
	Низко установлен барабан относительно кромок приемника сливок	Проверить правильность установки барабана по высоте
Сливки получаются очень густыми, при этом регулятор находится в крайнем левом положении	Слишком ввернут регулировочный винт барабана	Вывернуть регулировочный винт на 1–1,5 оборота
	Холодное молоко	Подогреть молоко до 35...45 °С
	Не полностью открыт кран	Открыть кран
Молоко вытекает через край поплавковой камеры	Не поставлен на место поплавков	Проверить наличие поплавка
	Засорилось отверстие поплавковой камеры	Прочистить отверстие
	Затекло молоко внутрь поплавка	Раскрыть поплавков и вылить молоко
Снизилась подача молока из молокоприемника	Засорилось отверстие поплавковой камеры	Прочистить отверстие
	Засорился кран молокоприемника или не полностью открыт	Прочистить кран или открыть его полностью
Сепаратор дрожит или работает с шумом	Слабо завернута гайка барабана, неправильно собран барабан	Проверить правильность сборки барабана и ту же завернуть гайку
	Сепаратор установлен не на горизонтальной поверхности или плохо закреплен на столе	Установить сепаратор на горизонтальную поверхность и прочно закрепить

Продолжение таблицы

1	2	3
<p>Барабан задевает за молочную посуду</p>	<p>Молочная посуда собрана с перекосом</p>	<p>Установить правильно посуду</p>
	<p>Загрязнены сопрягаемые части барабана и вала электродвигателя</p>	<p>Очистить от грязи приводной вал и отверстие под валом у основания барабана</p>
	<p>Неправильно установлен барабан по высоте</p>	<p>Установить правильно барабан по высоте относительно приемника сливок</p>
<p>После включения сепаратора срабатывает аварийная звуковая сигнализация</p>	<p>Барабан задевает за молочную посуду или за корпус электропривода</p>	<p>Установить правильно посуду. Отрегулировать установку барабана по высоте</p>
	<p>Очень тугое вращение ротора электродвигателя</p>	<p>Устранить механические причины затрудненного вращения ротора. Пополнить смазкой подшипники электродвигателя.</p>
	<p>Неисправен двигатель</p>	<p>Устраняется только специалистами предприятия-изготовителя</p>
<p>При включении сепаратора барабан не вращается и не срабатывает аварийная звуковая сигнализация</p>	<p>Нет напряжения</p>	<p>Проверить исправность электропроводки</p>
	<p>Нарушен контакт в шнуре или вилке питания</p>	<p>Заменить шнур питания в ремонтных мастерских</p>
	<p>Другие причины</p>	<p>Устраняются специалистами предприятия-изготовителя</p>

Производство сливочного масла

Сливочное масло – пищевой продукт, вырабатываемый из коровьего молока, состоящий преимущественно из молочного жира и обладающий специфическим, свойственным ему вкусом, запахом и пластичной консистенцией.

Различают два способа производства сливочного масла: способ сбивания обычных сливок и способ преобразования высокожирных сливок.

Оборудование для производства сливочного масла делится на оборудование для подготовительных операций и оборудование для выработки сливочного масла.

Для выполнения подготовительных операций применяются заквасочники и емкости для созревания сливок. Схемы этих установок показаны на рисунках 11.47. и 11.48.

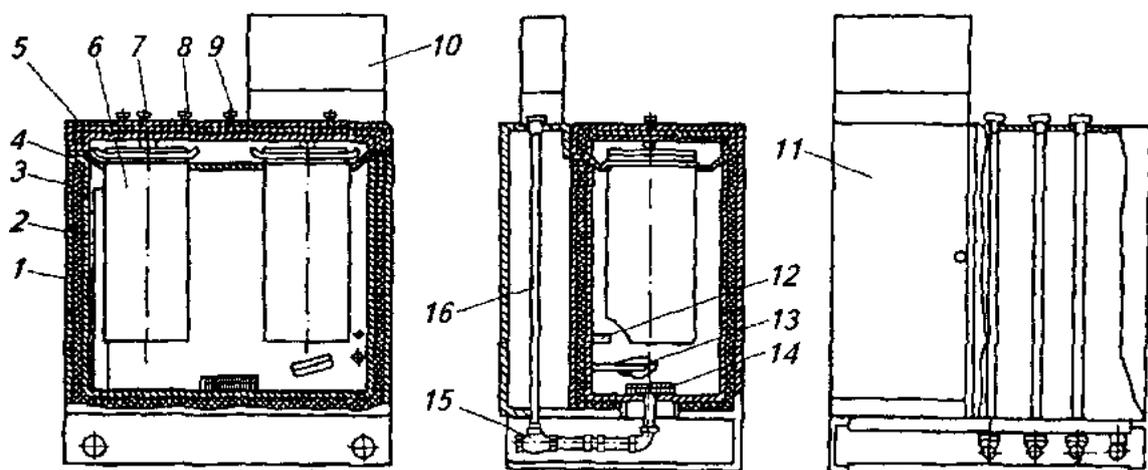


Рисунок 11.47 - Заквасочник Г6-03-40:

- 1 - наружная стенка; 2 - внутренняя стенка; 3- слой термоизоляции; 4 - переливная трубка-
5 - крышка; 6 - ушат; 7 -рукоятка слива воды; 8 - рукоятка вентиля подачи пара; 9 - рукоятка
вентиля подачи хладагента; 10 - пульт управления; 11 -электрошкаф; 12 - датчик БРТ и БИТ;
13 - электронагревательный элемент; 14 - парораспределительная головка; 15 - вентиль;
16 - шток вентиля

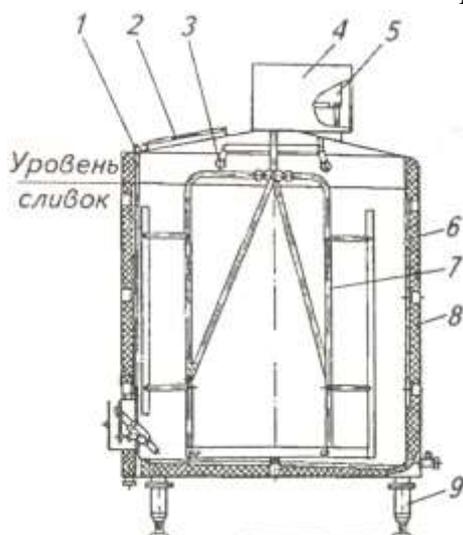


Рисунок 11.48 - Емкость для созревания сливок:

- 1 - датчик количества продукта; 2 - люк со смотровым окном; 3 - моющая головка;
4 - кожух привода; 5 - привод; 6 - змеевик;
7 - мешалка; 8 - термоизоляция; 9 - опора

Для выработки масла применяются маслоизготовители и маслообразователи, схемы которых показаны на рисунках 11.49. и 11.50.

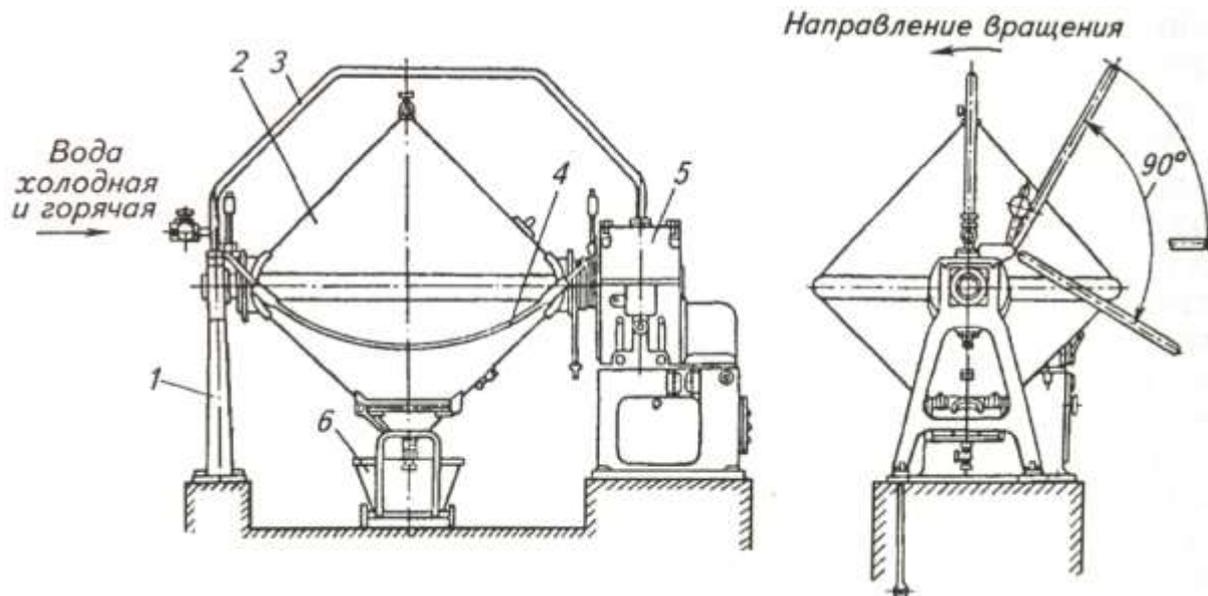


Рисунок 11.49 - Маслоизготовитель периодического действия РЗ-ОБЭ:
1 – опорная стойка; 2 – емкость; 3 - орошающее устройство (душ); 4 - ограждение;
5 – станина с коробкой скоростей; 6 – тележка

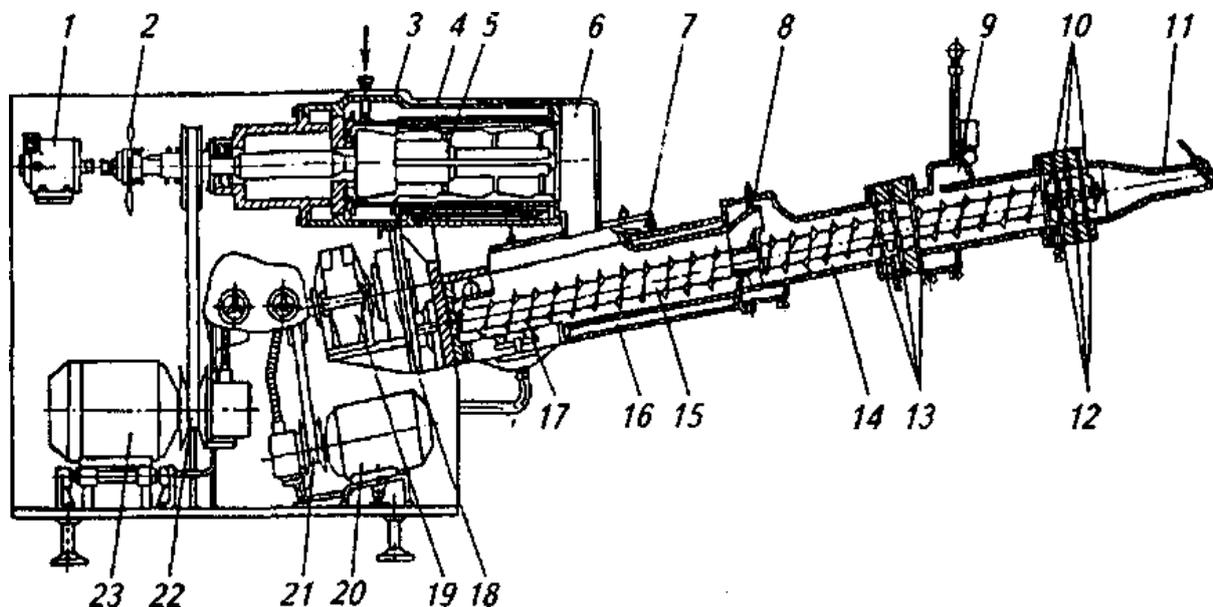


Рисунок 11.50 - Маслообразователь непрерывного действия Д1-ОЛО/1:
1 - тахогенератор; 2 - вентилятор; 3 - сбиватель; 4 - рубашка охлаждения; 5 - мешалка с лопастными билами; 6 - переходная насадка; 7 - устройство для промывки масляного зерна; 8 - подъемный переходник; 9 - вакуум-камера; 10 - ножи; 11 - насадка;
12, 13 - решетки; 14 - текстуратор; 15 - шнеки; 16 - рубашка охлаждения;
17 - устройство для промывки фильтра-сита; 18 - раздаточная коробка; 19 - редуктор;
20 - электродвигатель текстуратора; 21 - вариатор текстуратора; 22 - вариатор сбивателя; 23 - электродвигатель сбивателя

Схема линии производства масла способом сбивания сливок представлена на рисунке 11.51.

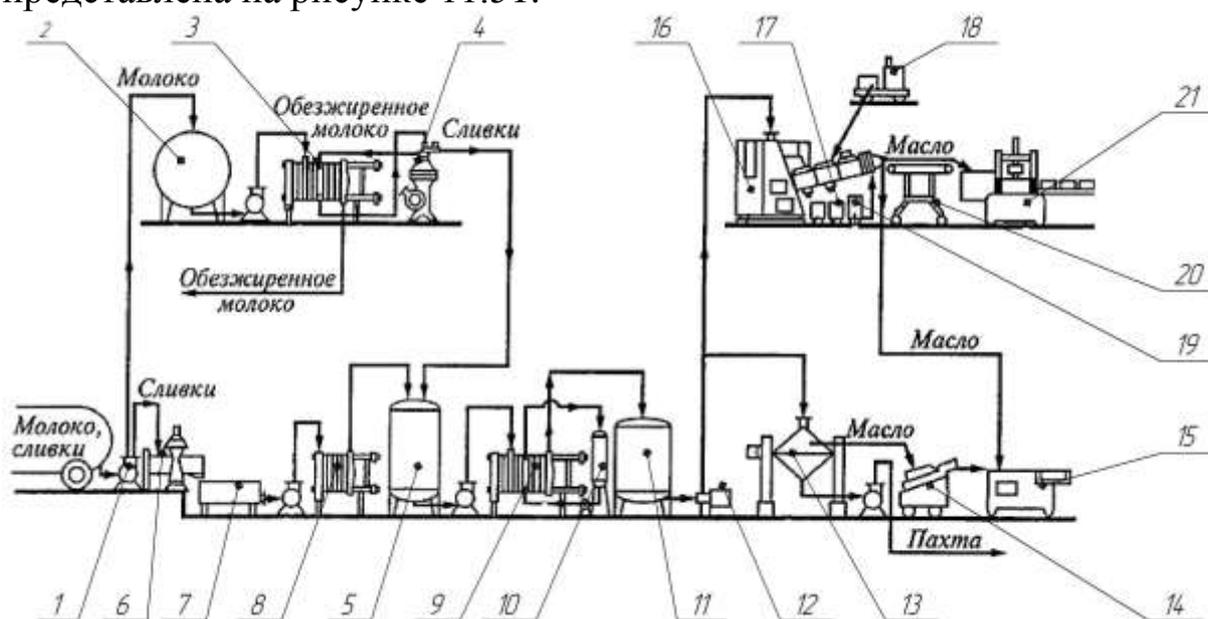


Рисунок 11.51 – Схема линии производства масла методом сбивания:

- 1, 12, 19 - насосы; 2, 5, 11- емкости; 3, 9 - установки пастеризационно-охладительные;
 4 - сепаратор; 6 - весы; 7 - воронка приемная; 8 - теплообменник; 10 - дозатор;
 13, 16 – маслоизготовители периодического и непрерывного действия; 14 - машина фасовочная; 15 - коробка; 17 – камеры шнековые; 18 – блок посолки; 20 – транспортер;
 21 – машина для фасования в пачки

Для сбивания масла в домашних условиях из созревших сливок или сметаны собственного приготовления выпускается маслобойка электрическая МЭК10-00 (рис. 11.52).

Маслобойка подключаются к сети при помощи соединительного шнура с армированной штепсельной вилкой и относится к классу приборов, которые должны работать под постоянным наблюдением.

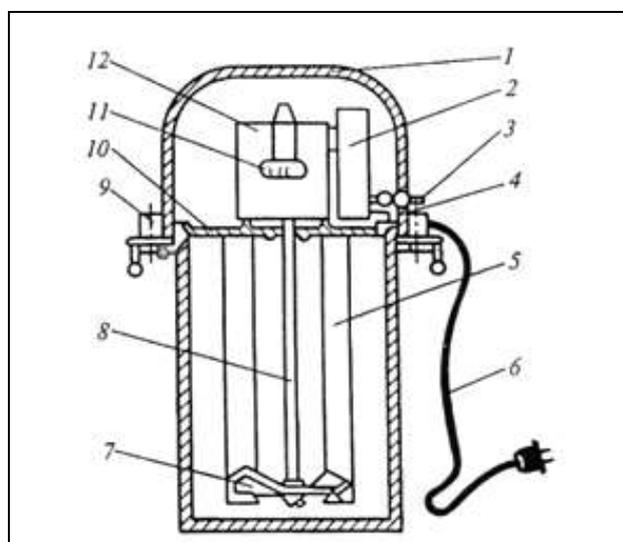


Рисунок 11.52 – Маслобойка электрическая МЭК10-00:

- 1 - кожух; 2 - конденсатор;
 3 - переключатель; 4 - клеммная колодка;
 5 - отражатель; 6 - шнур с вилкой;
 7 - мешалка; 8 - валик; 9 - ручка;
 10 - пластмассовый диск; 11 - защитное реле; 12 - электродвигатель

В схеме маслобойки имеется реле РК1-1, предназначенное для отключения электродвигателя при перегрузке, которая технологически возникает в момент формирования масляного монолита из зерна при каждом сбивании.

Производство сметаны

Сметана – это продукт, вырабатываемый на основе пастеризованных сливок при помощи закваски, приготовленной на чистых культурах молочных стрептококков. Для изготовления сметаны применяют в основном цельное молоко не ниже II сорта и свежие сливки с кислотностью плазмы не выше 26 °Т. Кроме того, для производства сметаны используют пластические и сухие сливки, нормализованные цельным или обезжиренным молоком. Сметану вырабатывают по двум технологическим схемам: с применением созревания сливок перед сквашиванием и с применением гомогенизации. В зависимости от массовой доли жира и микрофлоры закваски выпускают следующие виды сметаны: диетическую, 15, 20, 30, 36%-ной жирности, ацидофильную и любительскую.

Технологический процесс получения сметаны с применением созревания сливок перед сквашиванием состоит из следующих операций: приемка и подготовка молока и сливок, сепарирование молока, нормализация, пастеризация, охлаждение, созревание, заквашивание и сквашивание сливок, фасование, упаковывание, маркирование, охлаждение и созревание сметаны, хранение перед реализацией (рис. 11.53).

Молоко после приемки подогревают до 40...45 °С и сепарируют. Полученные сливки нормализуют по жиру, добавляя в них цельное, обезжиренное молоко и более жирные сливки.

Сухие сливки вначале восстанавливают в соответствии с действующей технологической инструкцией, а затем нормализуют до заданной жирности. Пластические сливки расплавляют и смешивают с молоком температурой 50...60 °С. Полученную молочную смесь перемешивают, определяют массовую долю жира и направляют на технологическую переработку.

Нормализованные сливки пастеризуют при температуре 85...90 °С с выдержкой от 15 с до 10 мин и при 90...95 °С с выдержкой от 15...20 с до 5 мин в зависимости от вида сметаны. Сливки после пастеризации охлаждают до 2...8 °С и выдерживают 1,5...2 ч в емкостных аппаратах и сливкосозревательных ваннах. После

созревания сливки подогревают до температуры сквашивания 26... 28 °С, не допуская перегрева. Сквашивание сметаны диетической и 15%-ной жирности ведут при температуре 28...32 °С, ацидофильной – 40...44 °С.

Сливки заквашивают путем внесения в них 1...5% бактериальной закваски для сметаны. Кислотность закваски должна составлять 80...85 Т. Закваску готовят на стерилизованном молоке или пастеризованном при 95 °С с выдержкой 30 мин. После внесения закваски сливки перемешивают 10...15 мин и оставляют до образования сгустка и нарастания кислотности до 68...70 Т (для диетической сметаны), 55...75 Т (для сметаны 15%-ной жирности), 65...80 Т (для сметаны 20%-ной жирности); 65...70 Т (для сметаны 30%-ной жирности), 60...65 Т (для сметаны 36%-ной жирности).

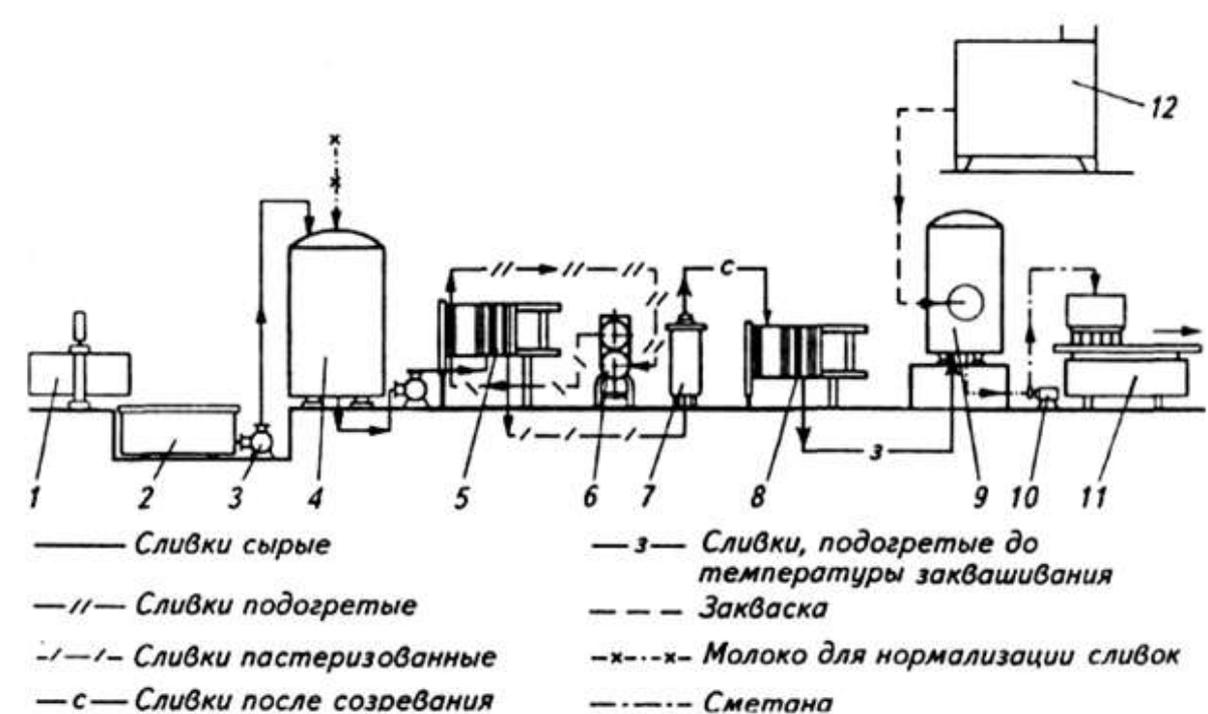


Рисунок 11.53 - Технологическая схема производства сметаны с созреванием сливок перед сквашиванием:

- 1 – весы; 2 – приемная емкость; 3, 10 – насосы; 4 – емкость для нормализации сливок; 5, 8 – пластинчатые пастеризационно-охладительные установки; 6 – трубчатый пастеризатор; 7 – аппарат для созревания сливок; 9 – промежуточная емкость; 11 – фасовочный автомат; 12 – заквасочник

Спустя 1 и 2 ч сливки перемешивают, а затем оставляют в покое до конца сквашивания. Продолжительность сквашивания 13...16 ч. Сквашенные сливки перемешивают, охлаждают до 18...20 °С и направляют на фасование и упаковывание.

Технологический процесс производства сметаны с применением гомогенизации сливок состоит из следующих операций: приемка, подготовка молока и сливок, сепарирование молока, нормализация сливок, пастеризация и гомогенизация сливок, охлаждение сливок до температуры заквашивания, заквашивание и сквашивание сливок, расфасовка, упаковка, маркировка, охлаждение, созревание и хранение сметаны (рис. 11.54). Целью гомогенизации является увеличение площади поверхности жировой фазы, что положительно влияет на условия кристаллизации молочного жира при созревании сметаны и формирование густой консистенции продукта. В зависимости от массовой доли жира в сметане давление гомогенизации составляет 7...15 МПа.

Производство сметаны с применением гомогенизации может осуществляться резервуарным и термостатным способами. Различия между ними заключаются в организации операции заквашивания. При резервуарном способе сквашивание осуществляется в специальных емкостных аппаратах (резервуарах) сразу после внесения закваски в подготовленные сливки. Термостатный способ предусматривает заквашивание сливок после их фасования в тару. Продолжительность фасования партии сквашенных сливок не должна превышать 2 ч. Заквашенные сливки после фасования направляют в термостатную камеру для сквашивания в течение 10...12 ч для сметаны диетической 15%-ной жирности и 16 ч для сметаны 20%-ной и 30%-ной жирности. После сквашивания сметану транспортируют в холодильную камеру для охлаждения, созревания и дальнейшей обработки, описанной выше.

Любительскую сметану вырабатывают из пастеризованных гомогенизированных сливок с массовой долей жира не менее 42,2% путем сквашивания их закваской, приготовленной на чистых культурах молочно-кислых стрептококков термофильных и мезофильных рас, до кислотности 75...85 °T. Готовый продукт имеет плотную однородную нерасплывающуюся консистенцию, белый с кремовым оттенком по всей массе цвет. Технологический процесс изготовления любительской сметаны состоит из следующих операций: приемка и подготовка молока и сливок, сепарирование молока и нормализация сливок, пастеризация, гомогенизация, заквашивание и сквашивание сливок, охлаждение, фасование, созревание и хранение сметаны.

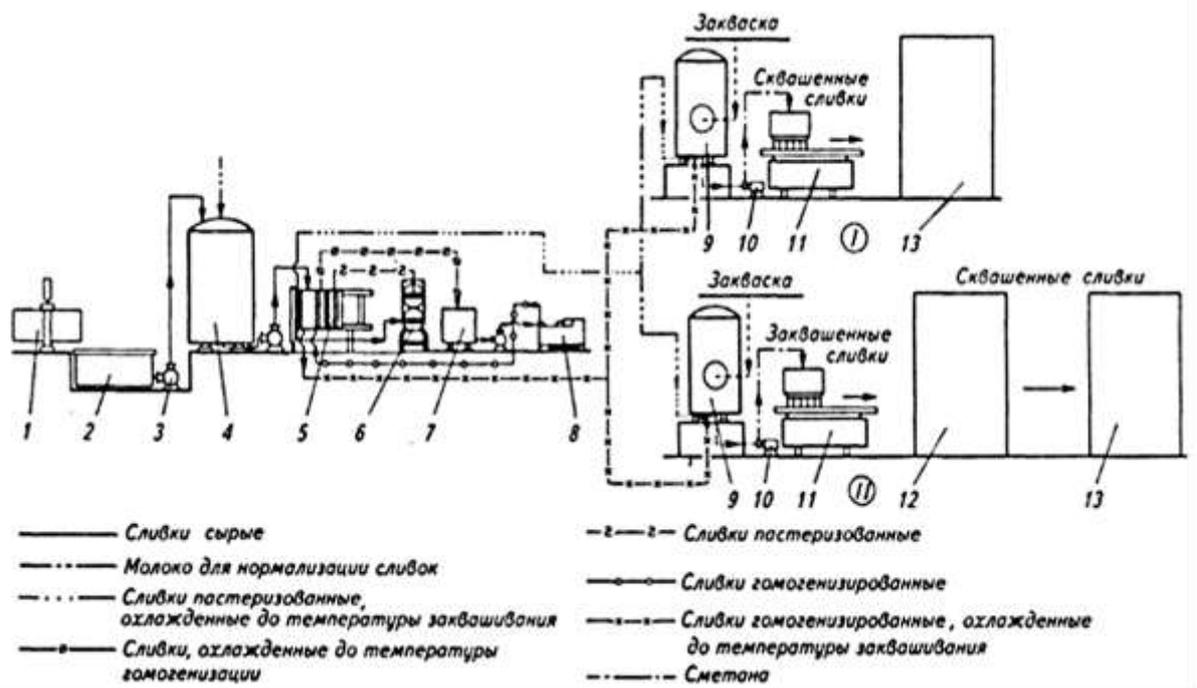


Рисунок 11.54 - Технологическая схема приготовления сметаны с гомогенизацией сливок:

- I – резервуарный способ; II – термостатный способ; 1 – весы; 2 – приемная емкость; 3, 10 – насосы; 4 – емкость для нормализации сливок; 5 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 6 – трубчатый пастеризатор; 7 – промежуточная емкость; 8 – гомогенизатор; 9 – аппарат для сквашивания сливок; 11 – фасовочный автомат; 12 – термостатная камера; 13 – холодильная камера

Производство творога

Оборудование для производства творога и творожных изделий можно разделить на оборудование для получения и обработки сгустка и оборудование для охлаждения, перетиравания и перемешивания творожной массы.



Рисунок 11.55 – Классификационная схема оборудования для производства творога

Конструктивные особенности оборудования первой группы определяются способом производства творога.

При производстве творога традиционным способом нормализованное молоко сквашивается в аппаратах непрерывного или периодического действия. К аппаратам непрерывного действия относят многосекционный творогоизготовитель и коагуляторы, а периодического - творогоизготовители и творожные ванны. После сквашивания молока отделение сыворотки от образовавшегося сгустка осуществляется либо в самих творогоизготовителях, либо в ваннах самопрессования, пресстележках или барабанных обезвоживателях.

При производстве творога отдельным способом сквашивание обезжиренного молока и образование сгустка осуществляются в емкостях, а для отделения сыворотки от творожного сгустка применяют сепараторы для обезвоживания творожного сгустка.

В линиях по производству творога малой и средней мощности вместо сепараторов используют ванны самопрессования и пресс - тележки. В комплектных технологических линиях по производству творога, имеющих более высокую производительность (2,5...5 м³/ч по перерабатываемому молоку), творожный сгусток получают в емкостях, а затем последовательно пропускают его через аппарат тепловой обработки и сепаратор для обезвоживания творожного сгустка.

Творог охлаждается в охладителях открытого и закрытого типов, а также комбинированных аппаратах, позволяющих совмещать эту операцию с обезвоживанием творожного сгустка. Для перетиранья и перемешивания творожной массы используют вальцовки, смесители и куттеры.

Наиболее простым оборудованием для производства творога является комплект творожных ванн, состоящий из ванны для сквашивания ВК-2,5 вместимостью 1,5 м³ (рис. 11.56) и ванны для самопрессования ВС-2,5 вместимостью 0,7 м³ (рис. 11.57).

После заквашивания молока в рубашку подают горячую воду и поддерживают необходимую температуру. Затем горячую воду сливают и для охлаждения сгустка в рубашку подают холодную воду. Через шиберный кран готовым сгустком наполняют мешки и укладывают их на решетку в ванну для самопрессования. Сыворотка удаляется под действием собственной массы продукта, находящегося в мешках.

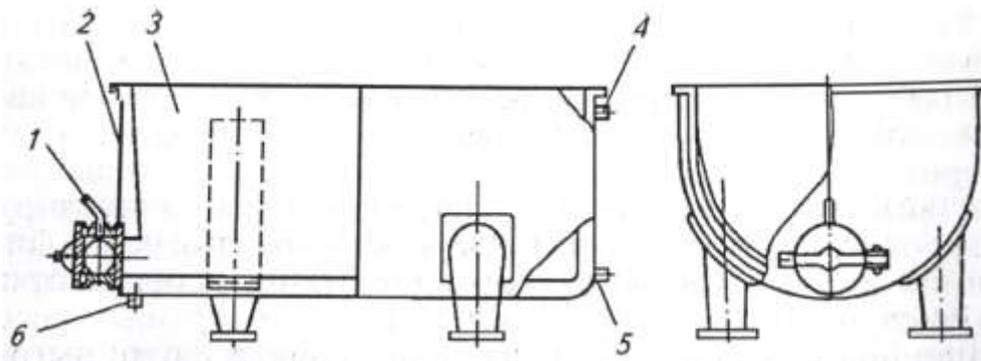


Рисунок 11.56 - Ванна для сквашивания ВК-2,5:
 1 - шиберный кран; 2 - теплообменная рубашка; 3 - корпус; 4 - патрубок;
 5 - патрубок наполнения; 6 - патрубок сливной

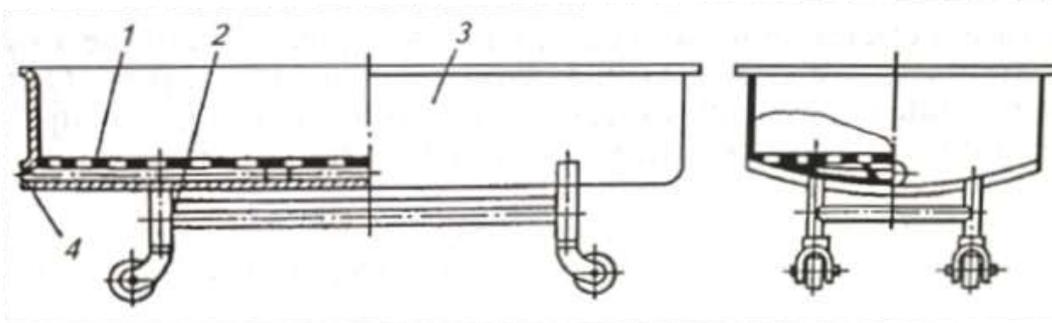


Рисунок 11.57 - Ванна для самопрессования ВС-2,5:
 1 - решетка; 2 - тележка; 3 - корпус ванны; 4 - патрубок для слива сыворотки

Более совершенным оборудованием для производства творога являются творогоизготовители с прессующими ваннами (рис. 11.58) или перфорированными вставками.

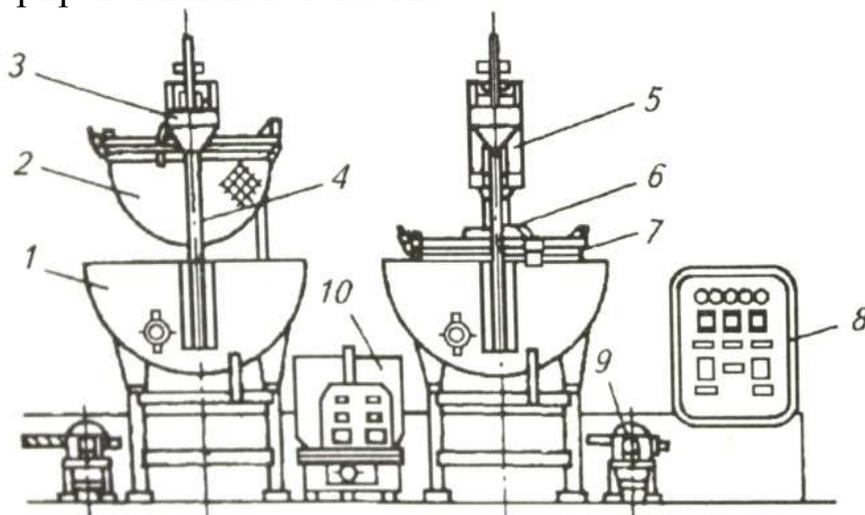


Рисунок 11.58 – Творогоизготовитель с прессующими ваннами:
 1 - ванна для сквашивания; 2 - ванна прессующая; 3 - траверса; 4 - стойка; 5 - цилиндр гидравлический; 6 - плита; 7 - упор поворотный; 8 - пульт управления; 9 - насос для откачивания сыворотки; 10 – гидросистема

В процессе работы творогоизготовителя в нижней ванне образуется сгусток, который разрезается на кубики струнными ножами. Выделившаяся сыворотка отводится из ванны с помощью отборника. После этого верхняя прессующая ванна с надетой на нее фильтровальной тканью опускается в ванну с творожным сгустком.

Сыворотка проходит через фильтровальную ткань внутрь перфорированной ванны и оттуда откачивается насосом. После окончания прессования верхняя прессующая ванна поднимается в исходное положение, а творог выгружается через люк в нижней части ванны в тележку и направляется в охладитель.

Поточная технологическая линия производства творога традиционным способом в качестве основной машины включает многосекционный творогоизготовитель непрерывного действия (рис. 11.59).

Он имеет горизонтальный цилиндрический корпус со спиралью по его внутренней поверхности, образующей семь отдельных секций вместимостью 0,55 м³ каждая. Двумя наружными направляющими корпус установлен на четыре опорных ролика, из которых два ведущих обеспечивают вращение корпуса с частотой 1...2 ч⁻¹.

Частично сквашенное молоко поступает в приемник. В одной из секций (четвертой) установлено режущее устройство. Две последние секции — фильтрующие. Их стенки собраны из съемных сеток и решетчатых щитков-сегментов. Поддон служит для сбора сыворотки. Готовый продукт поступает на лоток. Молоко постепенно проходит от приемника молока по секциям, и в первых трех секциях за период в три оборота корпуса кислотность сгустка поднимается до 55...65 °T, в четвертой секции сгусток разрезается, в пятой отделяется сыворотка. В последних двух секциях за два оборота сгусток обезвоживается. Производительность творогоизготовителя 250 кг/ч.

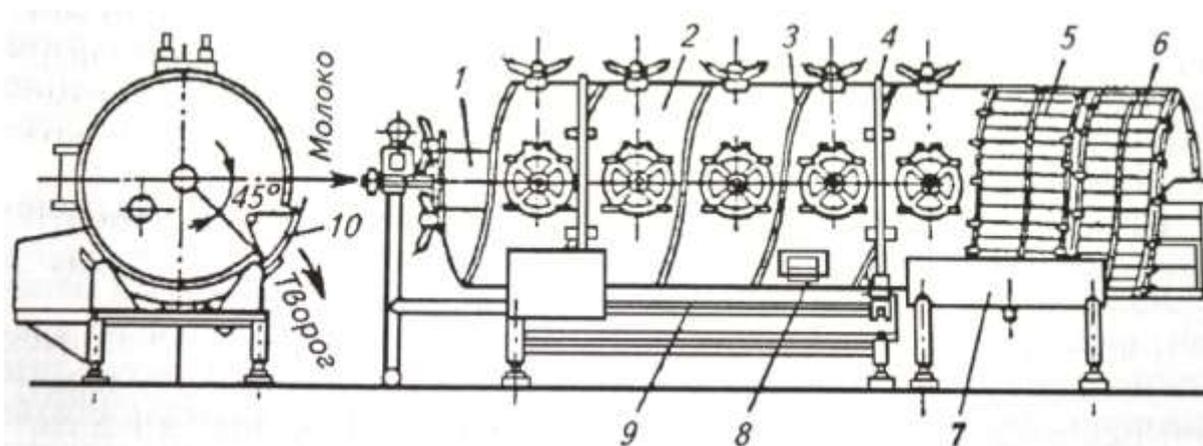


Рисунок 11.59 - Многосекционный творогоизготовитель непрерывного действия:
 1 - приемник молока; 2 - корпус; 3 - спираль; 4 - колесо направляющее; 5 - сетка;
 6 - щитки-сегменты; 7 - поддон; 8 - устройство режущее; 9 - рама; 10 - лоток

Наряду с многосекционным творогоизготовителем к аппаратам для образования сгустка непрерывного действия относят и коагуляторы — емкостные, змеевиковые и трубчатые.

Более производительным оборудованием для обезвоживания творожного сгустка являются сепараторы.

Устройство сепаратора открытого типа для производства творога показано на рисунке 11.60.

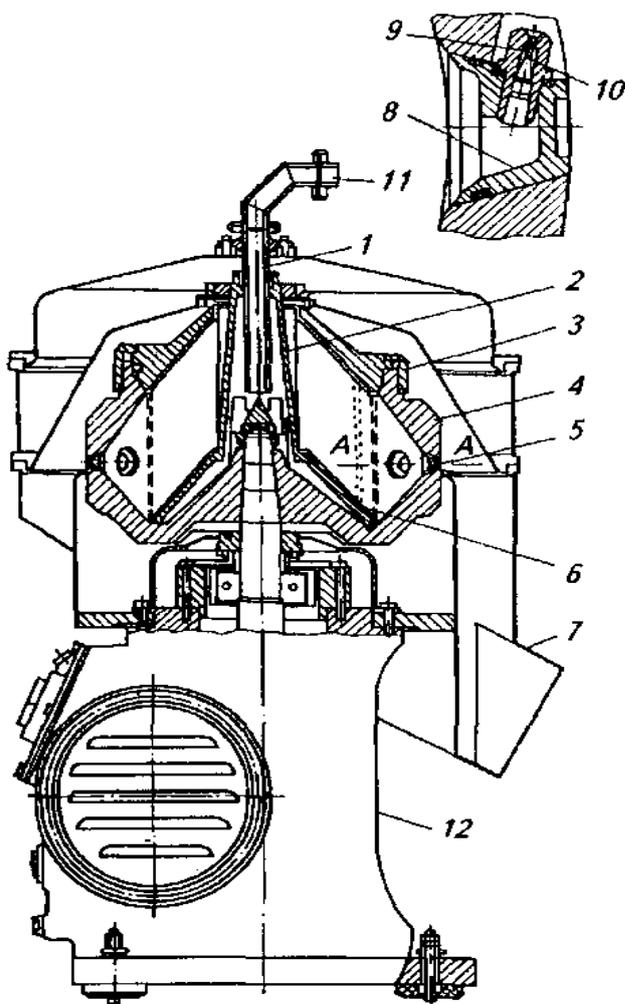


Рисунок 11.60 - Сепаратор Ж5-ОТР для обезвоживания творожного сгустка:

- 1 - патрубок подвода сквашенного молока;
- 2 - тарелкодержатель;
- 3 - кольцо затяжное;
- 4 - корпус барабана;
- 5 - гнездо сопловое;
- 6 - пакет тарелок;
- 7 - приемник творога;
- 8 - корпус сопла;
- 9 - держатель сопла;
- 10 - сопло;
- 11 - ротаметр;
- 12 - станина

В процессе работы сепаратора творог, как более тяжелая фракция, выводится из сопел барабана в приемник, а сыворотка поднимается в верхнюю часть барабана и отводится из него через отверстия в выпускное отверстие. В полузакрытых сепараторах барабан имеет в горловине крышки напорную камеру, в которой установлен напорный диск выводного устройства. В этом случае сыворотка выводится из сепаратора под давлением.

Для охлаждения творога применяют охладители и комбинированные установки, в которых совмещены операции обезвоживания сгустка и охлаждения творога.

При охлаждении творога, полученного традиционным способом, используют открытые и закрытые охладители творога, выработанные раздельным способом - трубчатые и пластинчатые.

Открытый охладитель (рис. 11.61) состоит из вращающегося барабана, привода, загрузочного бункера и несущей конструкции.

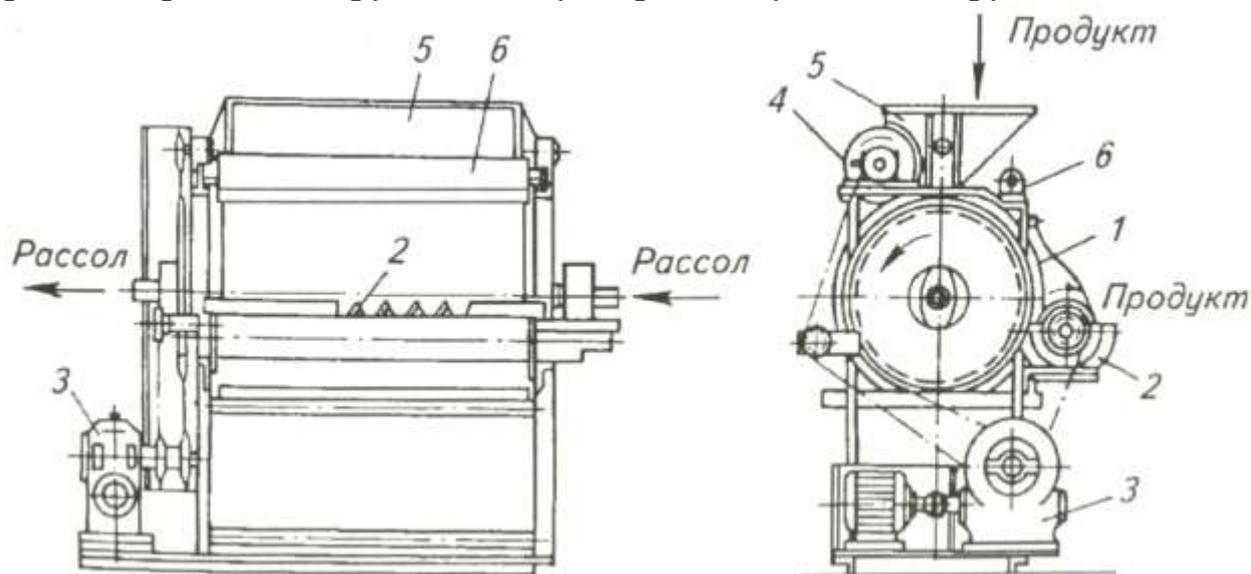


Рисунок 11.61 - Открытый охладитель творога:

1 - барабан; 2 - шнек; 3 - привод; 4 - валок; 5 - бункер загрузочный; 6 - нож

Внутри барабан снабжен теплообменной рубашкой. Над барабаном расположены загрузочный бункер для творога и валок, а под барабаном — шнек. Для снятия творога с барабана служит нож с прижимным устройством. Привод состоит из электродвигателя, червячного редуктора и цепной передачи.

Творог из загрузочного бункера поступает тонким слоем на поверхность барабана и за неполный оборот охлаждается, снимается ножом в желоб и шнеком подается на дальнейшую переработку. Толщина слоя, а следовательно, и степень охлаждения творога регулируются валком. Производительность охладителя 400 кг/ч.

Закрытый охладитель ОТД выпускают в двух модификациях — с односторонним и двусторонним охлаждением творога. Первый представляет собой два горизонтальных цилиндра, внутри которых вращаются вытеснительные барабаны (рис. 11.62). Каждый цилиндр снабжен теплообменной рубашкой и змеевиком для прохождения теплоносителя. Вытеснительные барабаны с обоих концов имеют по несколько витков шнека, а в средней части шарнирно закрепленные ножи. Приводной механизм охладителя состоит из цепной и клиноременной передач, редуктора и электродвигателя.

Из бункера охладителя творог захватывается витками вытеснительных барабанов и проталкивается между поверхностями барабанов и цилиндров. С поверхностей цилиндров он непрерывно снимается и перемешивается ножами. Захваченный витками шнека творог выводится наружу через конусный патрубок.

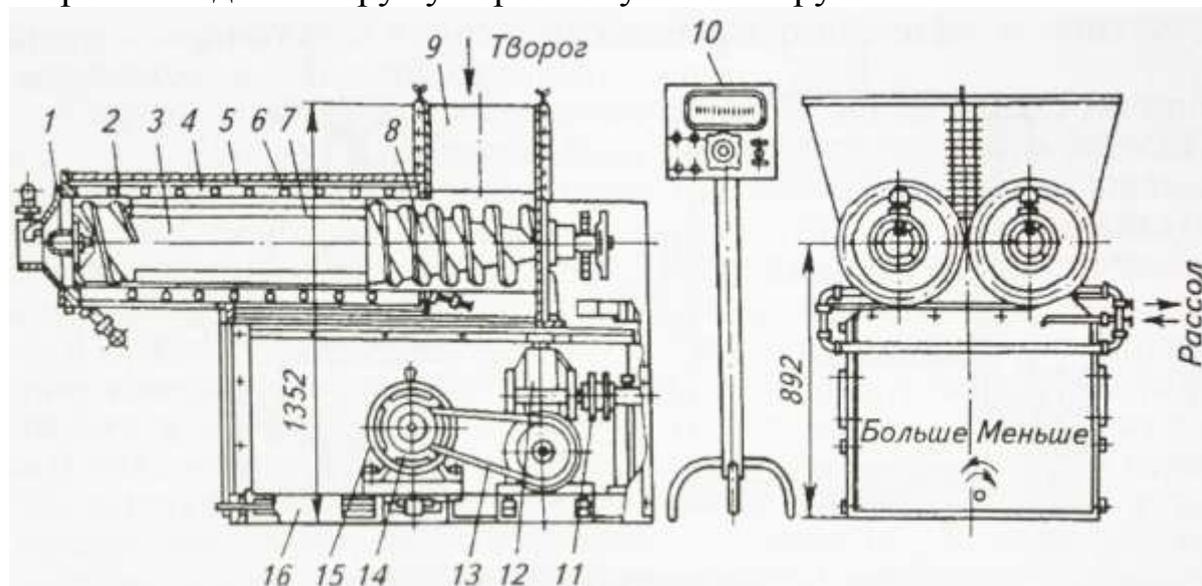


Рисунок 11.62 - Закрытый охладитель творога:

1 - патрубок конусный; 2 - витки разгрузочные; 3 - барабан вытеснительный; 4 - рубашка; 5 - цилиндр; 6 - змеевик; 7 - ножи; 8 - приемная часть барабана со шнеком; 9 - бункер; 10 - пульт управления; 11 - передача цепная; 12 - редуктор; 13 - передача клиноременная; 14 - вариатор скоростей; 15 - электродвигатель; 16 - станина

Хладоноситель поступает одновременно в теплообменные рубашки обоих цилиндров через патрубки, соединенные коллектором. Производительность охладителя 600 кг/ч. Частота вращения барабанов регулируется с помощью вариатора в пределах $0,13 \dots 0,21 \text{ с}^{-1}$.

Для получения необходимой консистенции творожной массы обезвоженный сгусток дополнительно перетирают на вальцовках.

Вальцовка для творога Е8-ОПУ (рис. 11.63, а) состоит из боковин, бункера, рабочих валков, механизма регулирования зазора между валками и привода.

Привод включает электродвигатель, клиноременную передачу и два цилиндрических зубчатых колеса, расположенные в левой боковине. Число зубьев колес неодинаково, поэтому валки имеют различную частоту вращения и вращаются в противоположном направлении.

Перетертая творожная масса снимается с валков двумя ножами в лоток, расположенный под вальцовкой. Нанесение творога на валки осуществляется через приемный бункер.

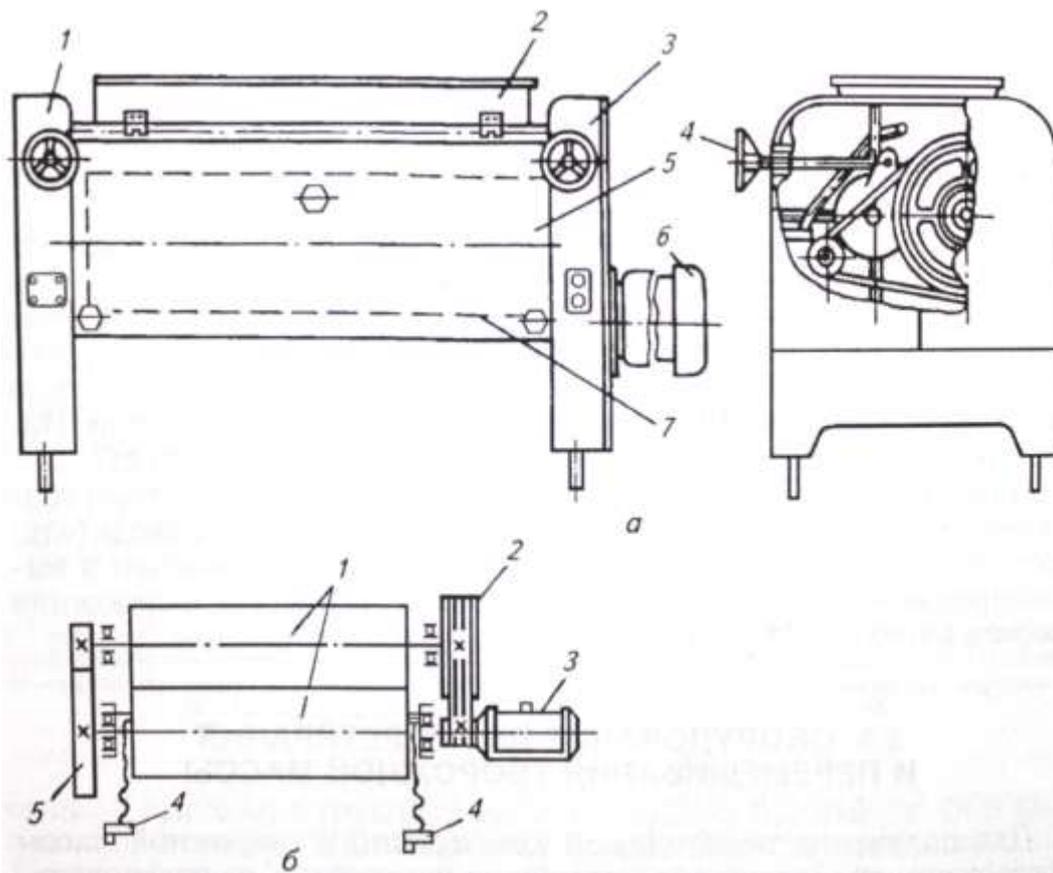


Рисунок 11.63 – Вальцовка для творога Е8-ОПУ:

- а* - общий вид: 1, 3- боковины левая и правая; 2 - бункер; 4 - механизм регулирования зазора; 5 - вальцы рабочие; 6 - электродвигатель; 7 - нож (зона расположения);
б - схема привода: 1 - валки рабочие; 2 - передача клиноременная;
 3 - электродвигатель; 4 - маховички для регулирования зазора между валками;
 5 - передача зубчатая

При отдельном способе производства творога применяют различные смесители. Простейшие из них имеют емкость с расположенным в ней перемешивающим устройством и привод. Более сложные оборудуют дозаторами для обезжиренного творога и сливок.

В настоящее время отечественной промышленностью освоен выпуск комплектного оборудования для получения из молока различных лечебно-профилактических продуктов питания. В качестве примера на рисунке 11.64 представлен комплект оборудования ПШСИ-ОЛК-1.

Комплект обеспечивает переработку 1-й тонны молока за технологический цикл с получением следующих продуктов (*т/цикл*):

- молоко коровье пастеризованное с витамином «С» не более - 0,36;
- кисломолочный продукт «Ацидолакт» не более - 0,16;
- кисломолочный продукт «Наринэ» не более - 0,32;
- сметана как побочный продукт переработки не более - 0,15.



Рисунок 11.64 - Комплект оборудования марки ПШСИ-ОЛК-1

Комплект обеспечивает возможность изготовления других лечебно-профилактических продуктов при соответствии технических возможностей комплекта условиям технологического процесса по их изготовлению. Комплект обеспечивает фасовку продуктов в одноразовые полипропиленовые стаканчики. Предусмотрена централизованная мойка циркуляционным методом.

11.7 Контрольные вопросы

1. Опишите основные схемы первичной обработки молока.
2. Значение очистки молока и оборудование, применяемое для этих целей?
3. В чем сущность процессов охлаждения, пастеризации и сепарирования молока?
4. Каковы пути снижения энергозатрат в линиях первичной обработки молока?
5. Преимущества электропастеризаторов над тепловыми пастеризаторами?
6. Для каких целей осуществляют гомогенизацию молока?
7. Классификация гомогенизаторов.
8. Сущность других способов обеззараживания молока?
9. В чем заключается особенность электропривода молочных сепараторов?
10. Как определяется пусковая мощность на привод сепаратора?
11. Опишите технологические схемы и применяемое оборудование для переработки молока в сливочное масло.
12. Опишите технологические схемы и применяемое оборудование для переработки молока в сливочное масло.