

ЛЕКЦИЯ №8

ТЕМА МЕХАНИЗАЦИЯ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА ПЛАН:

- 1. Значение и технологические схемы первичной обработки молока.**
- 2. Очистка молока.**
- 3. Охлаждение молока.**

ЛИТЕРАТУРА.

1. Трухачев В.И. и др. Техника и технологии в животноводстве. – АГРУС-2015, 404 с. (Рздел 11).

1. Значение и технологические схемы первичной обработки молока.

Молоко является ценным продуктом питания для всего живого. Его составные части усваиваются организмом на 95–98 %. В связи с этим молоко является прекрасной, благоприятной средой для развития всевозможных микроорганизмов, а следовательно является продуктом скоропортящимся. Поэтому качество молока зависит от своевременности его обработки.

Так свежее молоко не может храниться свыше 2-х часов без обработки.

При $t = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$ молоко можно хранить 12 часов, а при $t = 4-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до 24 часов.

Качество молока определяется ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко натуральное коровье –сырье».

Сюда относится жирность (%), кислотность ($^{\circ}\text{T}$), механическая загрязненность (группа чистоты), бактериальная обсемененность (млн. бакт/см³) и плотность (град. ареометра).

Для Ставропольского края за базисное молоко принято молоко с показателями:

Ж – 3,7 %; кислотность – 17 $^{\circ}\text{T}$; бактериальная обсемененность – 0,5 млн. бакт/см³; механическая загрязненность – 1 группа; плотность – 29,5 град. ареометра.

В настоящее время в нашем крае в среднем сдается 60 – 65 % молока 1 –м сортом, а некоторые хозяйства сдают всего 20 % первосортного молока. В результате производители несут значительный материальный ущерб.

Основные причины: несоблюдение технологии первичной обработки молока; недостаток молочного оборудования для ферм малых размеров.

К первичной обработке относят:

1. **Очистку** – для удаления механических примесей
2. **Охлаждение** – для замедления жизнедеятельности микроорганизмов, вызывающих порчу и скисание молока.
3. **Пастеризацию** – для обеззараживания молока за счет уничтожения микроорганизмов.

Технологические схемы первичной обработки молока:

1. Очистка → охлаждение (наиболее простейшая и распространенная).
2. Очистка → пастеризация → охлаждение (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 непосредственной реализации).
- 4.

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

На крупных фермах целесообразно иметь центральные прифермские молочные.

При проектировании и строительстве молочных 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 холодной и горячей водой, паром.

При производстве цельного молока наилучших результатов достигают, когда в коровниках создана единая поточная линия получения и обработки молока.

В этом случае поток осуществляется по следующей схеме:

Доение – Очистка – Охлаждение до 10 °С – Прием – Учет – Хранение – Выдача (Рис.8.1,а).

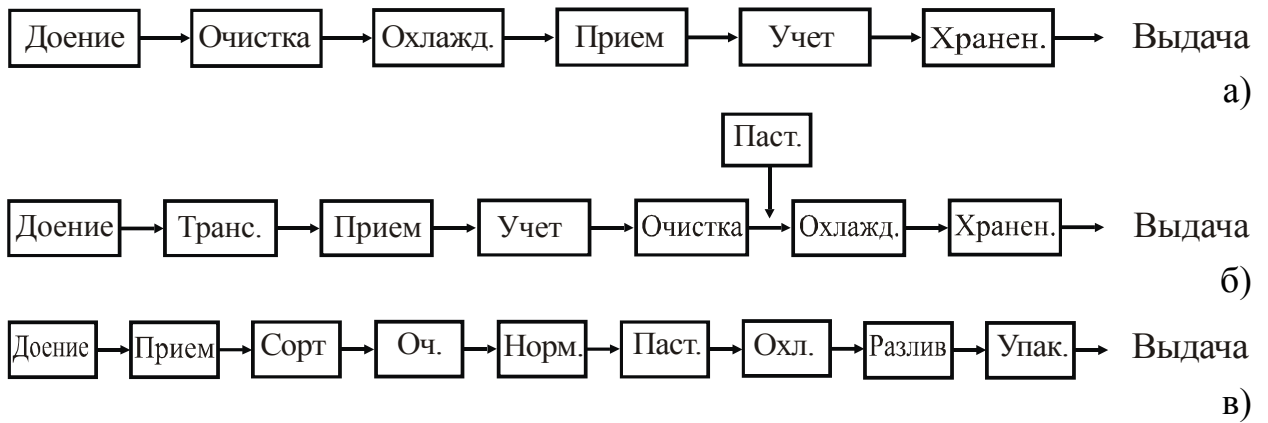


Рис.8.1. Схемы поточно-технологических линий доения и обработки молока.

Если молоко поступает в молочную из нескольких коровников, то схема такова (Рис.8.1,б):

Доеение – Транспортировка – Прием – Учет – Очистка – Пастеризация – Охлаждение до 10 °С – Хранение – Выдача.

При производстве питьевого молока (то есть при переработке цельного молока в питьевое) распространена следующая схема (Рис.8.1,в):

Доеение – Прием – Сортирование – Очистка – Нормализация до заданной жирности – Пастеризация – Охлаждение – Разлив – Упаковка – Выдача.

2. Очистка 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. Фильтрование.

2. Очистка центробежными молокоочистителями.

Фильтрование – 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 фильтрования:

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

где Q_{ϕ} – пропускная способность фильтра, m^3/c ;

Q_H - подача насоса, m^3/c ;

F - площадь «живого» сечения фильтрующего элемента, m^2 ;

V - скорость прохождения молока через фильтрующий элемент, m/c .

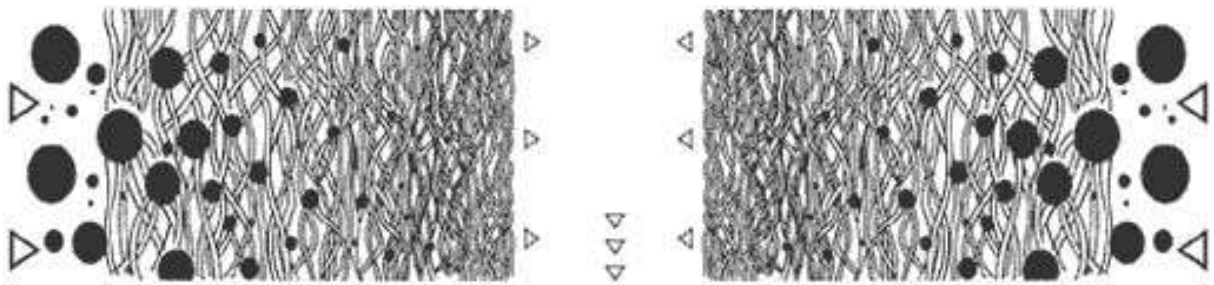


Рисунок – Принцип действия цилиндрического фильтрующего элемента

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 – обеспечивает более высокое качество очистки и высокую скорость фильтрования).

По принципу действия различают открытые и закрытые фильтры.

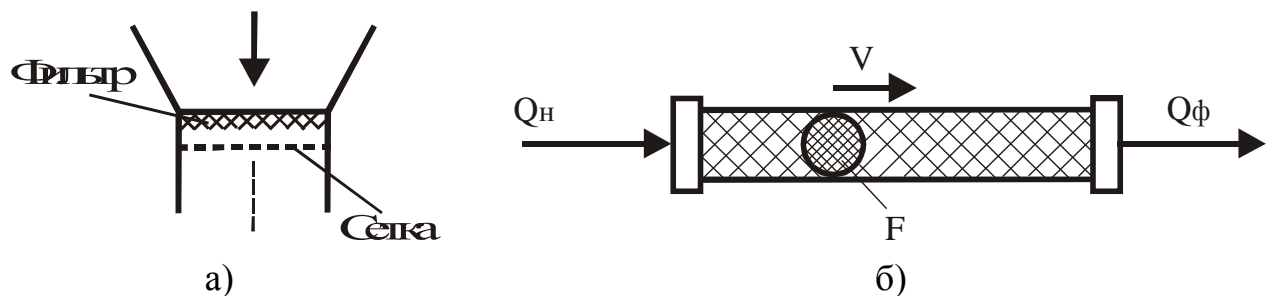


Рис.8.2. Схемы фильтров:

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

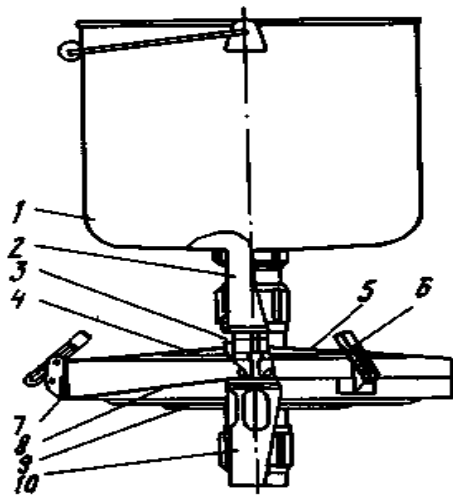


Рис.8.3. Фильтр молочный самоочищающийся ФМС:

1 - ворона; 2 - трубопровод подводящий; 3 - преобразователь; 4 - обтекатель; 5 - крышка; 6 - фиксатор; 7 - обруч натягивающий; 8 - фильтрующий элемент; 9 - дно; 10 - трубопровод отводящий

$$V_{\text{ц}} = q \cdot F,$$

где q – нагрузка на 1 м^2 фильтра в течение цикла работы, $\text{дм}^3/\text{м}^2$;
 F – поверхность фильтра, 1 м^2 .

Пропускная способность фильтра равна:

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

где $T_{\text{ц}}$ – 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 фильтрования, с;

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

Необходимо отметить, что фильтрация, как способ очистки молока, с применением даже современных фильтрующих элементов, не обеспечивает полной и достаточно качественной очистки молока. Происходит это вследствие размывания отфильтрованных загрязнений потоком молока до мельчайших частиц, которые проходят через поры фильтра.

Открытые фильтры имеют низкую производительность и быстро засоряются.

Закрытые фильтры работают под давлением $(1 - 3) \cdot 10^5 \text{ Па}$; производительность их значительно выше, чем открытых.

По конструкции закрытые фильтры делятся на пластинчатые, дисковые и цилиндрические.

Количество продукта, которое можно пропустить через фильтр в течение одного рабочего цикла (дм^3), определяется по формуле:

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»



Очистка молока центробежным путем – более совершенный способ. Достигается он за счет применения центрифуг или сепараторов. Основан на отделении механических включений за счет центробежных сил.

Важное преимущество этого способа заключается в очистке молока от спорообразующих бактерий, которые не гибнут даже после его пастеризации.

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 использовании ультрацентрифуг при $n=14000$ об/мин – степень очистки составляет 85 %, при $n=25-30$ тыс. об/мин она достигает 99%.

Однако время работы центробежного молокоочистителя также является ограниченным. Здесь имеет место закономерность, изображенная на рисунке 8.4.):

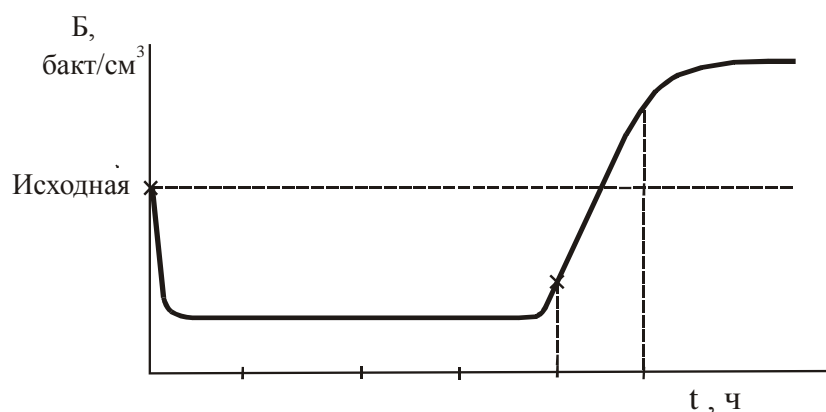


Рис.8.4. Изменение бактериальной обсемененности молока за время работы сепаратора-очистителя.

Время непрерывной работы сепаратора – молокоочистителя будет зависеть от его конструкции и загрязненности исходного молока. Для непрерывных поточно-технологических линий выпускаются сепараторы-молокоочистители с самоочищающимся барабаном.

На рисунке 11.12 представлены модели наиболее распространенных сепараторов-молокоочистителей.

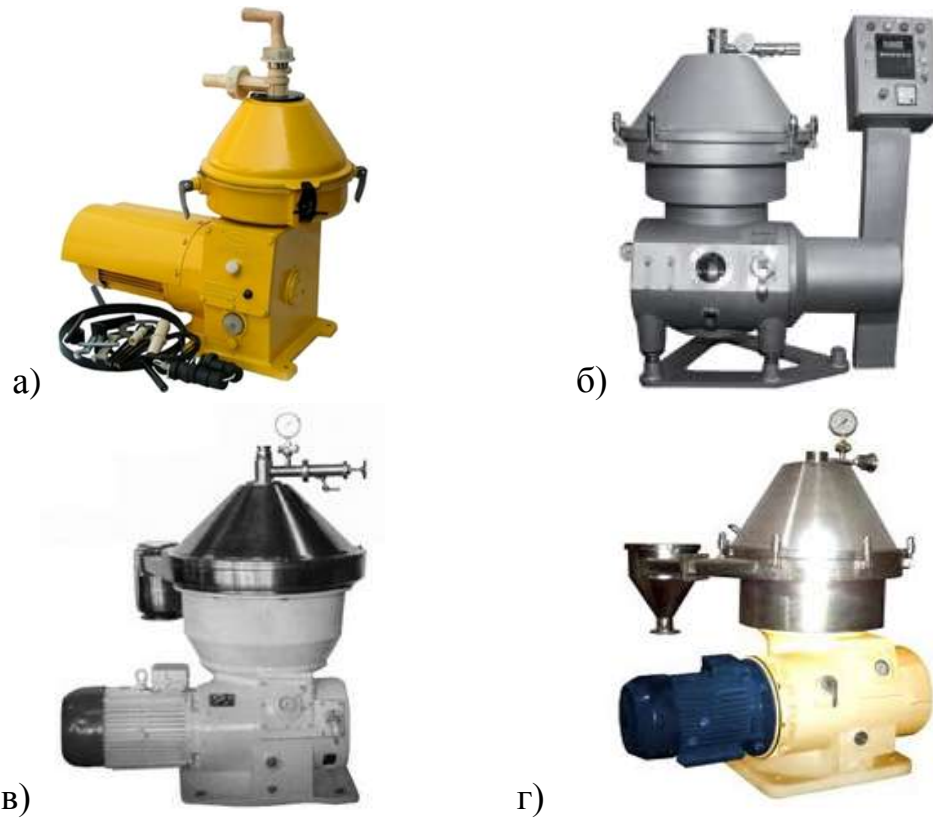


Рисунок 11.12 – Сепараторы-молокоочистители:
 а - ОМ-1А ; б - Ротор-ОМ-3; в - Ж5-ОМЕ-С с центробежной автоматической
 выгрузкой осадка; г - Ротор-ОХО

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.

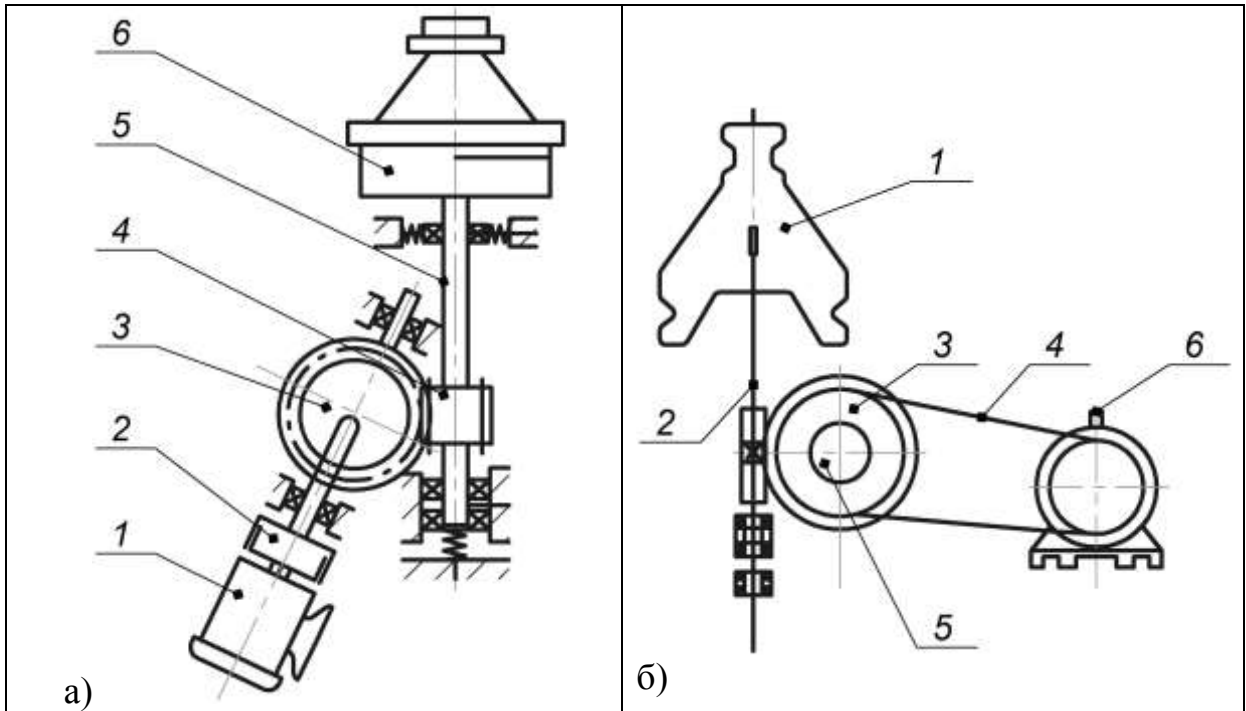


Рисунок 11.13 - Кинематические схемы редукторных сепараторов молока:

- 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

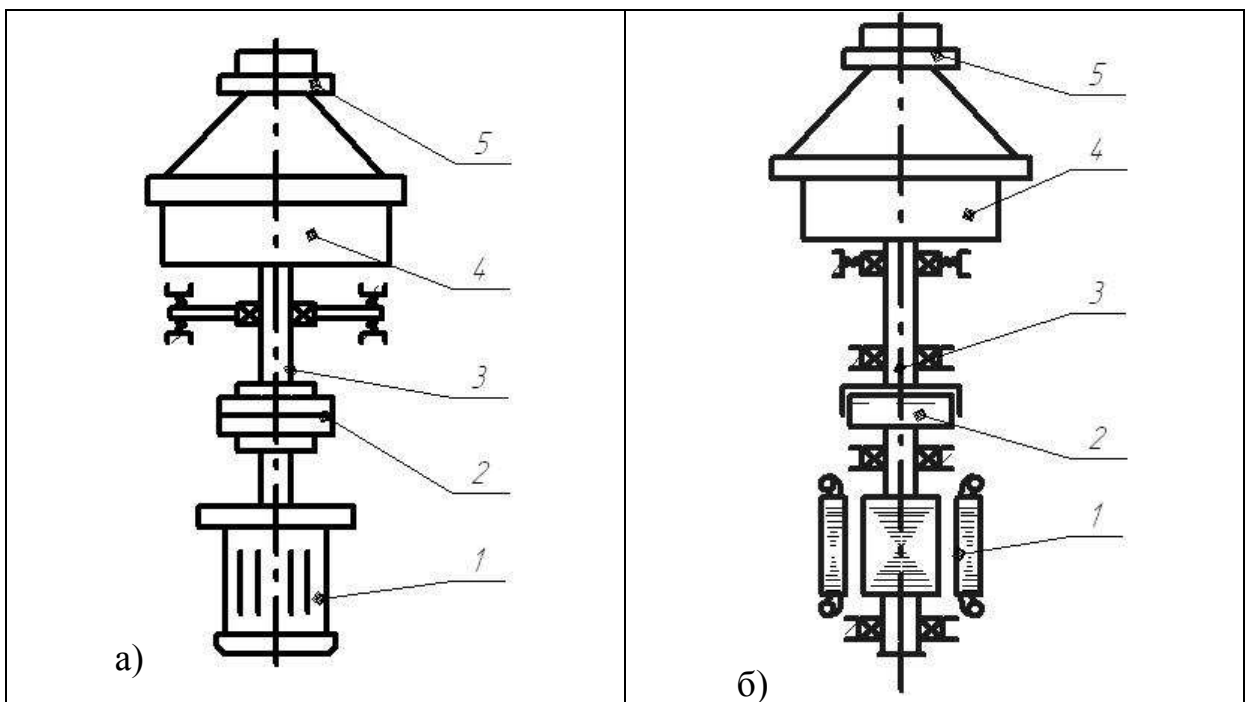


Рисунок 11.14 - Кинематические схемы безредукторных сепараторов молока:

- 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

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.

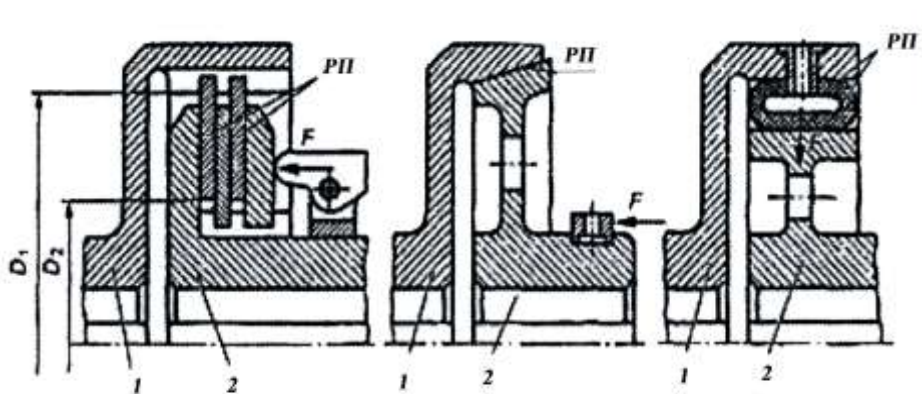


Рисунок 11.15 – Фрикционные муфты молочных сепараторов:
а-дисковая; б - конусная; в – цилиндрическая
1,2-полумуфты; РП – рабочая поверхность

3. Охлаждение молока.

Одним из факторов, определяющих жизнедеятельность микробов, является температура. Холод не убивает бактерии, но временно прекращает их рост и размножение.

Чем ниже температура молока, тем дольше сохраняются его первоначальные свойства. При $t = +1 \div +5$ °С молоко сохраняется в течение 2-х суток; а при $t = -25$ °С – 3 месяца. Низкая температура способствует лучшему сохранению основных витаминов молока.

В качестве источников холода для охлаждения молока можно использовать естественные источники (холодную воду, снег, лед) и искусственный холод.

Количество льда которое необходимо для охлаждения 1 т молока с 30 до 10 °С составляет 1,2 м³.

Способы охлаждения молока.

1. Охлаждение молока во флягах (Рис.8.5,а) – наиболее простой и доступный способ. Охлаждать молоко во флягах можно используя лед, холодную воду, а также холодильные машины.

Недостатки: высокая трудоемкость, низкий коэффициент теплопередачи, большой расход воды.

2. Охлаждение молока в оросительных охладителях (Рис.8.5,б).

Оросительные охладители молока – наиболее простые устройства. При кратности расхода воды 2,5 - 3 они обеспечивают охлаждение молока на 3-4⁰ выше температуры хладоносителя. Выпускают оросительные охладители ООД–1000(1000 л/ч); ООД–2000(2000 л/ч); ООМ–1000А; ДФ.04.000А (для охлаждения молока на доильных установках с центральным молокопроводом).

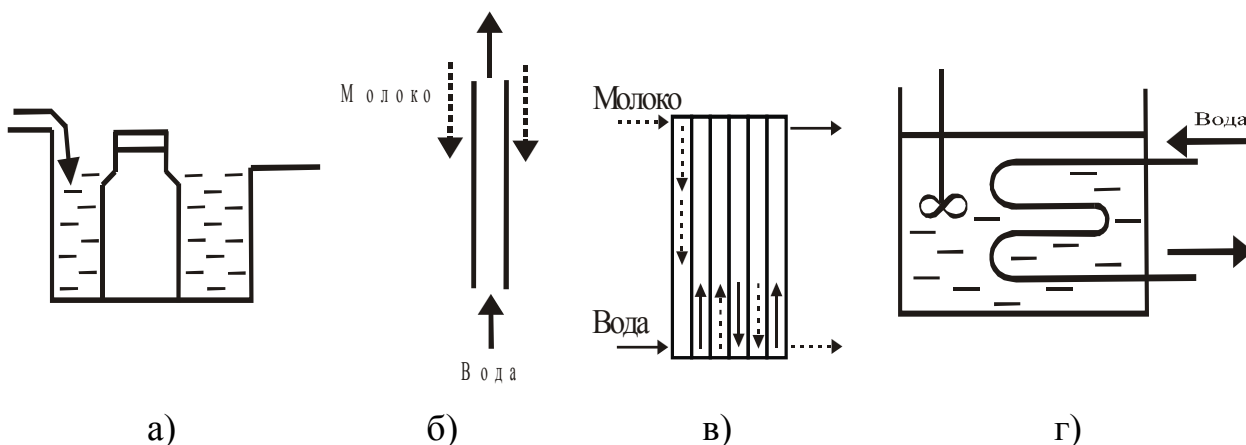


Рис.8.5. Способы охлаждения молока:

а – во флягах; б – в оросительных охладителях; в – в пластинчатых охладителях; г – в резервуарах.

3. Охлаждение молока в пластинчатых охладителях (Рис.8.5,в).

Это наиболее совершенный тип охладителей молока, обеспечивающий высокую теплопередачу и производительность. Такие охладители пригодны при любом способе доения коров. Они обеспечивают охлаждение молока в замкнутом потоке без соприкосновения с окружающим воздухом.

Выпускают охладители ПОМ–1А (500 л/ч); ПОМ–1Б (1000 л/ч); ОМ–400А (400 л/ч); ООТ–М (3000 л/ч); ООУ–М (5000 л/ч).



4. Охлаждение молока в резервуарах (Рис. 8.5,г).

Этот способ можно применять при любом способе доения коров: ручном; в переносные ведра; в центральный молокопровод. Резервуарный способ охлаждения молока позволяет организовать транспортировку его с ферм (горных пастбищ) по кольцевым маршрутам один раз в день.

Для этой цели выпускают танки-охладители и резервуары-охладители емкостью от 200 до 2500 кг.

По способу охлаждения ванны и танки делятся на два типа: охлаждение хладоносителем (водой, рассолом) и охлаждаемые непосредственным испарением хладщгента (фреона).

Выпускают молочные танки ТОВ-1; ТО-2; ТОМ-2А; молочные резервуары РПО-1,6 (2,5); РНО-1,6 (2,5); МКА-2000А.

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

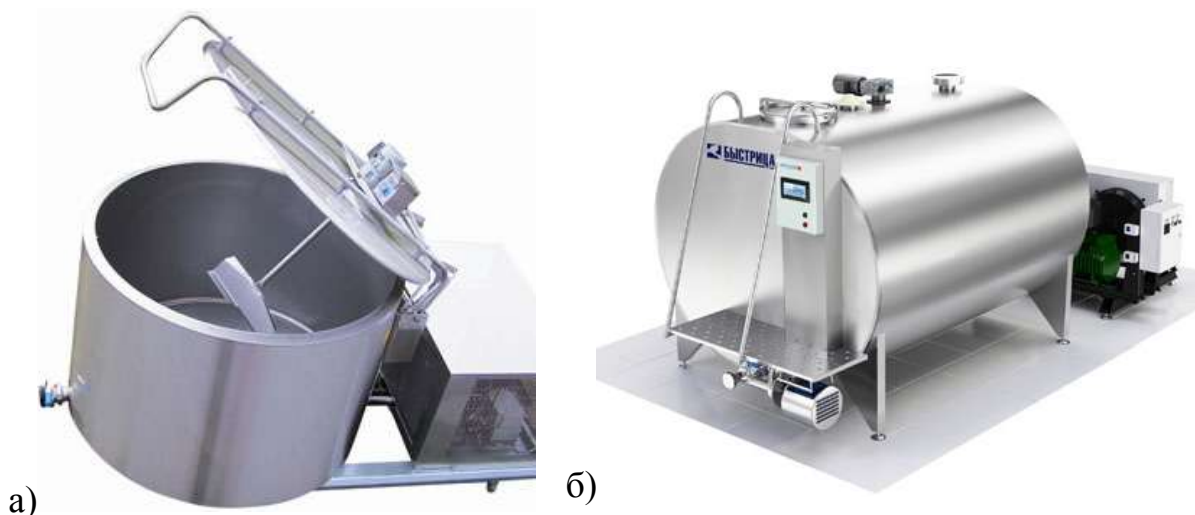


Рисунок 11.22 - Общий вид резервуаров-охладителей серии РО:
а – открытого типа; б – закрытого типа



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

Охладители молока и их классификация.

Основные требования, предъявляемые к охладителям молока:

- 1. Универсальность** в отношении возможности охлаждения жидких молочных продуктов с различными физико-механическими свойствами.
- 2. Не допускать бактериального загрязнения молока.**
- 3. Не допускать испарения продукта во время охлаждения.**
- 4. Быть удобными для проведения чистки, мойки и дезинфекции.**

Существующие охладители могут работать отдельно или входить в состав комбинированных охладительно-пастеризационных или очистительно-охладительных установок.

Для охлаждения используют холодную воду родников, артезианских скважин, а также естественный холод.

Глубокое охлаждение проводят за счет искусственного холода, полученного от холодильных машин.

Современные охладители классифицируются по следующим признакам:

1. По характеру соприкосновения с окружающим воздухом – открытые оросительные и закрытые проточные.
2. По профилю рабочей поверхности – трубчатые и пластинчатые.
3. По числу секций – одно- и многосекционные.
4. По конструкции – одно- и многорядные (пакетные).
5. По форме – плоские и круглые.
6. По направлению движения теплообмениваемых сред - прямоточные, противоточные и с перекрестным движением сред.
7. По воздействиям, вызывающим продвижение продукта –напорные и самотечные.

Наибольшее распространение на фермах получили пластинчатые охладители ОМ-400; ООТ-М, вакуумные оросительные охладители, очистители-охладители ОМ-1; ООМ-1000А. Кроме того, используются танки-охладители и резервуары различных типов и емкостей.

С целью снижения энергозатрат на охлаждение молока все большее распространение получает использование естественного холода.

Принципы охлаждения молока.

Принцип охлаждения основан на теплообмене между молоком и холодоносителем (воздух, вода, рассол).

Процесс теплопередачи происходит до тех пор непрерывно, пока температура молока будет выше температуры хладоносителя.

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

На величину теплопередачи влияют следующие основные факторы:

1. Размер и форма теплообменной поверхности.
2. Средняя разность температур молока и хладоносителя.
3. Скорость движения молока и хладоносителя.
4. Теплопроводность и форма теплообменной поверхности.
5. Свойства охлаждаемой жидкости и хладоносителя

Средняя разность температур молока и хладоносителя зависит в сильной мере от соотношения потоков движения молока и хладоносителя. Потоки бывают прямоточные и противоточные.

При прямотоке – разница температур на входе и практически нет разности на выходе.

При противотоке – молоко и хладоноситель движутся навстречу друг другу. В этом случае создается достаточная разность температур и на входе и на выходе. Температурные графики показаны на рисунке 8.6.

При прямотоке температура молока не может быть ниже температуры выходящего из охладителя хладоносителя. Этот существенный недостаток резко снижает эффективность такого способа.

При противотоке температура охлаждаемого молока может быть равна или несколько выше температуры входящего хладоносителя и всегда значительно ниже температуры выходящего хладоносителя. Это главное и существенное преимущество противотока над прямотоком.

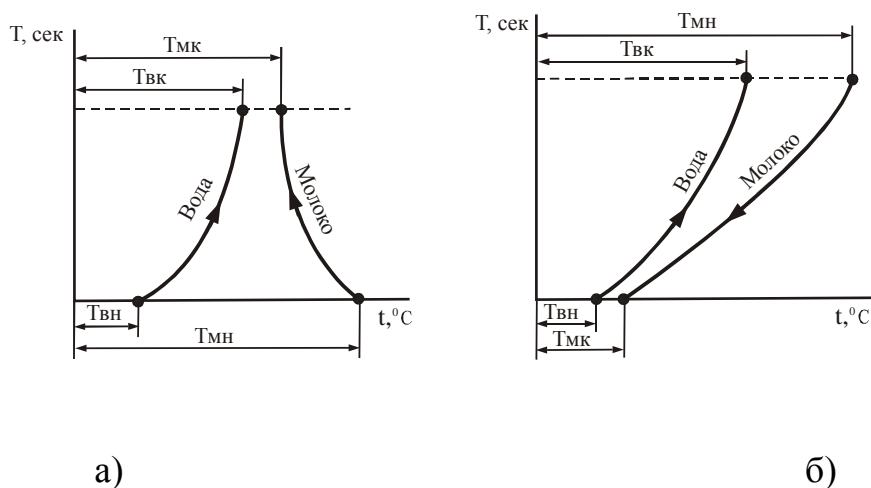


Рис.8.6. Графики изменения температуры при:
а – прямотоке; б – противотоке.

Основы расчета охладителей молока.

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

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

где M – массовый расход молока, кг/ч;
 C – удельная теплоемкость молока, Дж/кг·°C;
 t_{MH} и t_{MK} – начальная и конечная температуры молока, °C.

Хладоносителя в охладитель необходимо подавать в несколько раз больше, чем охлаждаемого продукта. Отношение количества затраченного хладоносителя к количеству охлажденного продукта называется коэффициентом кратности расхода хладоносителя. Значение этого коэффициента находится в пределах: для рассольной секции - $n = 1.5 \div 2.0$, для водяной - $n = 2.5 \div 3.0$.

Тогда, расход хладоносителя будет равен:

$$X = M \cdot n$$

Рабочая поверхность охладителя молока определяется из уравнения теплового баланса:

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

где Q – количество теплоты, отдаваемого молоком, Вт;

K – коэффициент теплопередачи, Вт/м²·°C

Δt_{CP} – средняя логарифмическая разность температур между молоком и хладоносителем.

Величина Δt_{CP} определяется как:

$$2.3 \lg \frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}$$

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

Для определения потребного количества охладителей молока, нужно знать часовую производительность участка охлаждения молока:

$$n_{ч.охл.} = \frac{M_0}{t_{охл.}}, \text{ л/ч} \quad M_0 = \frac{Q_{max.сут.}}{Z}, \text{ л}$$

где M_0 – количество молока, поступающего на охлаждение, л;

$Q_{max.сутки}$ – максимальное суточное количество молока, получаемого на ферме, л;

Z – кратность доения коров в сутки;

$t_{охл.}$ – время, за которое должно быть охлаждено молоко ($t_{охл.} = 1-2$ часа).

Зная производительность участка охлаждения и часовую производительность охладителя конкретной марки, определяется потребное количество охладителей:

$$n_{охл.} = \frac{n_{ч.охл.}}{q_{охл.}}$$

где $q_{охл.}$ – часовая производительность охладителя.

Определение мощности на привод лопастной мешалки для молочных резервуаров.

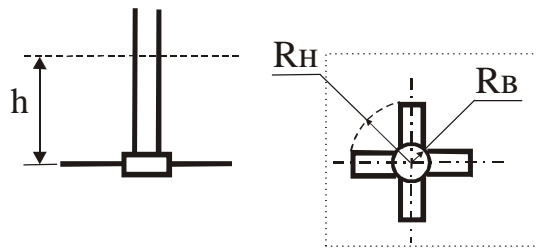


Рис.8.7. К расчету мощности на привод лопастной мешалки.

При охлаждении молока в резервуарах с целью увеличения коэффициента теплопередачи молоко и хладоноситель необходимо перемешивать (перемещать).

Наибольшее распространение для этой цели получили лопастные мешалки (Рис.8.7.).

Наибольший момент требуется в период пуска, поэтому расчет электрического двигателя ведут по пусковому моменту (κBm):

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

где ρ_m - плотность молока, $\kappa\text{г}/\text{м}^3$;

h - глубина погружения мешалки, м ;

Z - число лопастей;

n - частота вращения лопастей, $\text{об}/\text{с}$;

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