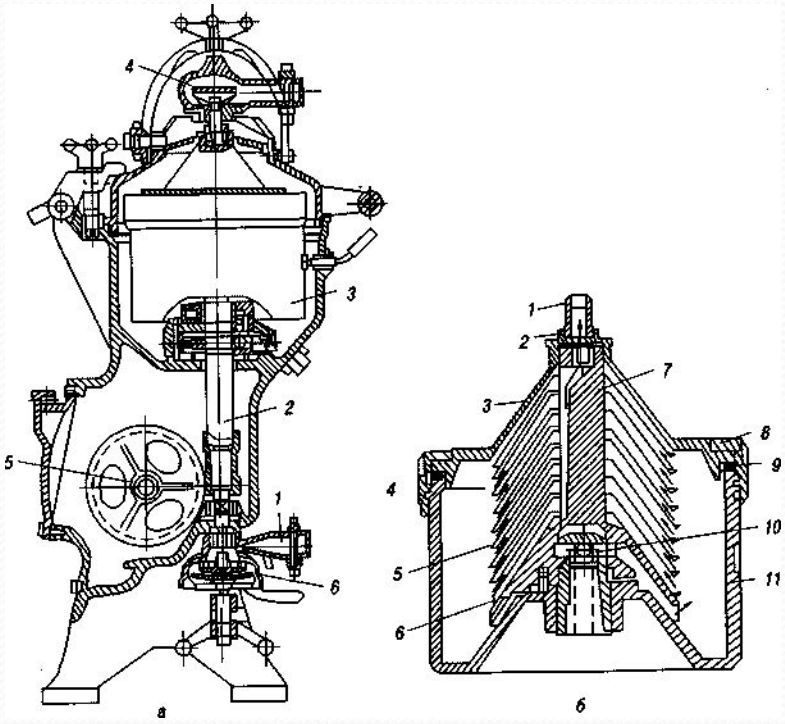
МЕХАНИЧЕСКАЯ И ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА МОЛОКА

- Механическая обработка - очистка молока от механических и биологических загрязнений, сепарирование и гомогенизация, дезодорация и аэрация, мембранные методы обработки.
- Тепловая обработка заключается в пастеризации и стерилизации молока.

Сепарирование

- Процесс сепарирования молока – разделение на обезжиренное молоко и сливки под действием центробежной силы – основывается на разности плотностей жировых шариков (930 кг/м3) и плазмы (1036 кг/м3).
- Оптимальной температурой сепарирования является 35-45 °С.

Сепаратор-сливкоотделитель



- *а* - общий вид: *1* - патрубок для входа молока; 2 - вертикальный вал (веретено); *3* - барабан; *4* - напорный диск; 5 - вал червячного колеса с фрикционной муфтой; *6* - центробежный насос;
- *б* - барабан: *1* - труба для выхода очищенного молока; *2* - уплотнительная прокладка для выводной трубки; 3 - крышка барабана; *4* - направляющий выступ крышки барабана; 5 - тарелка; 6 - направляющий штифт для тарелкодержателя; 7 - тарелкодержатель; *8* - кольцевая гайка; *9* - резиновое уплотнительное кольцо; *10* – колпачковая гайка; *11* - корпус барабана

Требования к молоку

- Предварительно очищенное (механические включения заполняют межтарелочное пространство, затрудняя проход молока).
- Кислотность не выше 20 °Т.
- Предпочтительны более крупные жировые шарики.
- Нежелательно подвергать молоко значительному механическому воздействию (при этом происходит дробление жировых шариков и повышение отхода жира в обезжиренное молоко).

Конструкции сепараторов

- Сепараторы-сливкоотделители для получения сливок средней жирности (20-35 %);
- Сепараторы-сливкоотделители для получения сливок высокой жирности (65-83%);
- Для нормализации молока (сепаратор-нормализатор);
- Для очистки молока (сепаратор-молокоочиститель);
- Саморазгружающиеся центробежные молокоочистители;
- Бактериофуги;
- Универсальные сепараторы для переработки подогретого и холодного молока трех (сливкоотделение, нормализация и очистка) и четырех (сливкоотделение, нормализация, очистка и гомогенизация) назначений;
- Сепараторы специального назначения - для сепарирования пахты, сыворотки, творожной массы, получения рафинированного молочного сахара, для рафинирования масла.

Гомогенизация

- Дробление жировых шариков до размеров около 1 мкм.

Цели гомогенизации

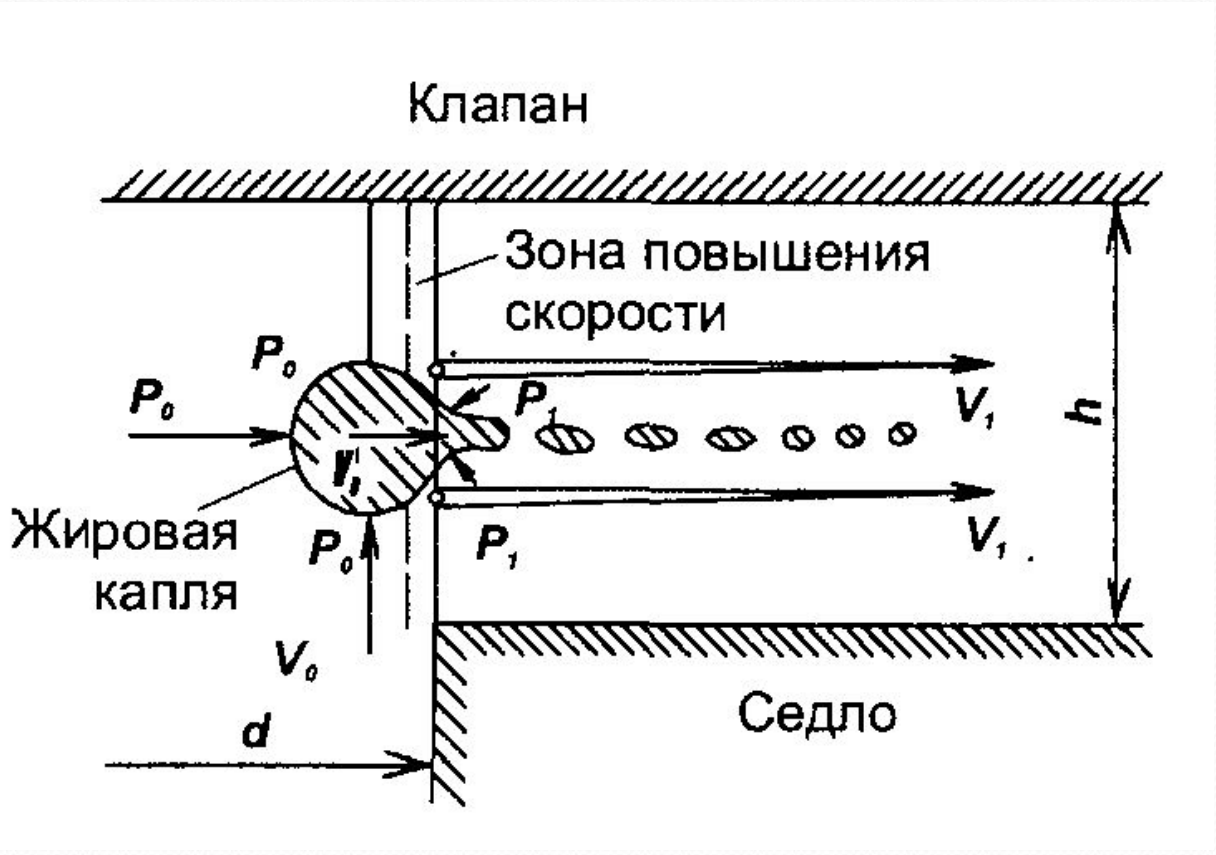
- Предотвращается отстаивание сливок;
- Консистенция молока и сливок становится более вязкой и однородной;
- Кисломолочные продукты имеют нежный, мягкий сгусток;
- Сыворотка плохо отделяется.

Для гомогенизации применяют:

- гомогенизаторы, представляющие собой плунжерные насосы высокого давления клапанного типа). При ходе плунжера создается высокое давление, в результате чего молоко (или смесь) с огромной скоростью продавливается через щель из камеры гомогенизатора;
- центробежные гомогенизаторы-кларификаторы, которые имеют специальную камеру с гомогенизирующим неподвижным диском. В одном аппарате происходит очистка и гомогенизация молока.

- **Диспергирование**
- Диспергирование необходимо при производстве молочных продуктов из комбинированного сырья (сухое молоко, растительные жиры, другие компоненты) путем создания высокодисперсной эмульсии различных сред. Для этих целей служит аппарат - диспергатор.

Схема диспергирования жирового шарика в клапанной щели гомогенизатора



Условия гомогенизации

- Оптимальная температура молока – 63-65ºС;
- Давление гомогенизации
  - молока 12,5-17,5 МПа;
  - низкожирных сливок – 10-15 МПа;
  - сливок жирностью 20-30% – 8-10 МПа.

Мембранные методы обработки

- **Микрофильтрация**. Через полупроницаемую мембрану под давлением проталкивается жидкий продукт. Мембрана полностью задерживает частицы продукта, диаметр которых больше, чем размеры её пор, также они могут задерживаться мембраной за счёт электростатических и ван-дер-ваальсовых сил.
- **Ультрафильтрационная обработка**. Ультрафильтрационные мембраны задерживают сывороточные белки, мицеллы казеина и другие высокомолекулярные соединения молока.
- **Обратный осмос**. От твёрдой фазы молока могут быть отделены простые молекулы, а также гидратированные ионы кальция, натрия, калия и т.п.

баромембранных процессов разделения молока

Показатель	Микрофильтрация	Ультрафильтрация	Обратный осмос
Средний диаметр частиц, мкм	10 - 0,1	0,1 - 0,003	0,003 - 0,0001
Рабочее давление, МПа	0,02 - 0,2	0,2 - 1,0	3,5 - 8,0
Частицы концентрата	Микрочастицы	Макромолекулы, коллоидные частицы	Гидратирован-ные ионы
Задерживаемые частицы	Кишечная палочка, стафилококки, молочнокислые бактерии	Сывороточные белки, мицеллы казеина, бактериофаги	Ионы натрия, калия, кальция
Загрязнения полупроницаемых мембран	Осадок микрочастиц	Гель	Слой слаборастворимых солей

Дезодорация и аэрация молочного сырья

- Для удаления посторонних привкусов и запахов в зависимости от их природы и выраженности молочное сырье подвергают обработке методами аэрации, дезодорации и вакреации.
- **Аэрация**. Для этого через тонкий слой нагретых молока или сливок продувают чистый воздух или проветривают при стекании их по открытой поверхности оросительного охладителя.
- **Дезодорация**. В условиях разрежения осуществляется паровая дистилляция из сливок летучих пахнущих веществ, образующих с водяным паром азеотропные смеси. Эти смеси кипят при температуре ниже температуры воды, вследствие чего облегчается их удаление
- Для устранения кормовых привкусов широко применяется **вакреация**, в процессе которой сливки распыляются под вакуумом и обрабатываются паром.

- **Деаэрация молока**
- -это процесс удаления растворенного в молоке газа.
- Обычно в молоке содержится около 6 % газов в растворенном и частично в диспергированном состоянии. Аэрация создает условия для развития нежелательной микрофлоры, ухудшает свертывание молока и в конечном счете отрицательно сказывается на качестве молочных продуктов.
- При деаэрации молока (вакуумобрабоки) одновременно с газами из молока удаляются и неприятные запахи, т.е. осуществляется дезодорация.
-
-

ОЧИСТКА И НОРМАЛИЗАЦИЯ МОЛОКА

- Молоко, поступающее на завод, содержит механические включения, поэтому применяют центробежную очистку молока на сепараторах-молокоочистителях, которая осуществляется одновременно с нормализацией. Очистка, нормализация, гомогенизация, пастеризация и охлаждение происходят в потоке на пластинчатых пастеризационно-охладительных установках в комплекте с гомогенизатором.
- После очистки и охлаждения (до 2-4 °С) молоко при необходимости хранят в промежуточных емкостях не более 48 ч.
- Очистка и нормализация проводится при 40±5 °С на сепараторах-молокоочистителях и сепараторах-сливкоотделителях. Нормализация осуществляется в потоке путем смешивания сливок и обезжиренного молока в таких пропорциях, чтобы обеспечить заданную жирность молока.
- Нормализованная смесь молока поступает в гомогенизатор — плунжерный насос высокого давления при температуре не менее 60 °С. При давлении 12,5±2,5 МПа в гомогенизаторе происходит раздробление жировых шариков, а дестабилизированный в результате механического и теплового воздействия молочный жир приобретает белково-лецитиновую оболочку. Размер жировых шариков при гомогенизации уменьшается в 10 раз. Благодаря гомогенизации молока в течение срока реализации замедляется образование сливочной пробки на поверхности молока.

Тепловая обработка молока

- **Пастеризация молока** - нагревание молока до температуры ниже 100°С. Цель - уничтожение болезнетворных бактерий и резкое снижение общего количества микроорганизмов (вегетативная микрофлора)
- **Стерилизация** - нагревание молока до температуры выше 100°С, при котором все микроорганизмы и их споры полностью уничтожаются.
- При производстве молока и молочных продуктов применяются следующие виды термической обработки: термизация, пастеризация, топление, стерилизация и ультравысокотемпературная обработка молока (УВТ-обработка).
- **Термизация** - процесс термической обработки сырого молока, которая осуществляется при температуре от 60 до 68 °С с выдержкой до 30 с, при этом сохраняется активность щелочной фосфатазы молока.

- **Топление молока** — процесс выдержки молока, проводимый при температуре 85-99 °С в течение не менее 3 ч или при температуре 105 °С не менее 15 мин. При этом снижается биологическая ценность молока, но оно приобретает характерные органолептические показатели — ореховый вкус и запах, кремовый или светло-коричневый оттенок.

Способы пастеризации

- Длительная (при t 63°С с выдержкой 30 мин).
- Кратковременная (при t 72 – 75°С с выдержкой 18 – 20 с).
- Мгновенная (при t 85°С и выше без выдержки).

Изменение молока при пастеризации

- Наблюдается небольшое уменьшение отстаивания шариков жира.
- При длительной пастеризации молока частично разрушаются ферменты (амилаза). В молоке, пастеризованном при температуре выше 80°С, разрушаются все ферменты.
- Из молока удаляется углекислый газ, вследствие чего незначительно снижается кислотность молока (на 0,5-1°Т)
- Повышение температуры до 70—75°С вызывает денатурацию сывороточных белков, и они начинают выпадать в осадок.
- Растворимые известковые соли переходят в нерастворимые.

Оптимальные режимы пастеризации

- Для питьевого молока t 72-76°С с выдержкой 20-25 с.
- Для кисломолочных напитков t 80°С с выдержкой 30 мин, 85° С - 10 мин, 90°С - 5 мин, 95°С - 2 мин, 100°С - 1 мин.
- При производстве творога и других белковых продуктов 72-80°С при выдержке 15-18 с.

Свойства стерилизованного молока

- Значительная стойкость даже при неблагоприятной температуре хранения и приятный привкус кипяченого молока;
- В стерилизованном молоке может вытапливаться или отстаиваться молочный жир, уменьшается размер жировых шариков;
- Стерилизация, особенно длительная, вызывает разрушение витаминов;
- В результате стерилизации молоко теряет способность свертываться сычужным ферментом.

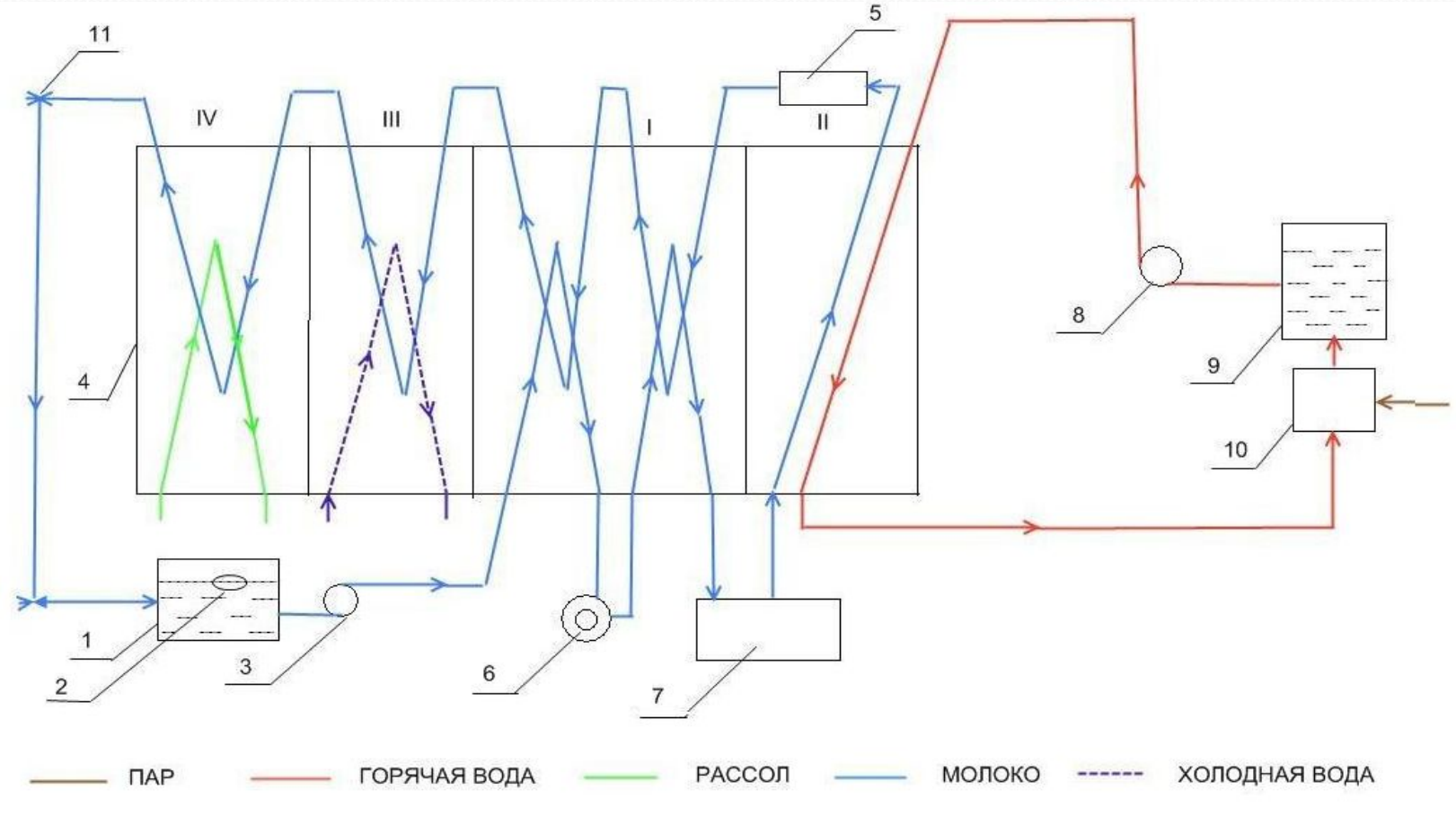
Режимы стерилизации

- t 150°С с выдержкой 1 с,
- t 140° С – 10 с,
- t 135°С – 30 с,
- t 130°С – 60 с,
- t 120°С – около 15 мин,
- t 115°С – 20-30 мин,
- t 110°С – 35-40 мин.

Принципиальные схемы стерилизации

- При одноступенчатой схеме молоко стерилизуется один раз (до или после розлива);
- При двухступенчатой молоко стерилизуется 2 раза (до и после розлива). Предварительно стерилизуют в потоке при 130-150°С, охлаждают до 65-75°С, разливают при этой температуре в бутылки и герметически укупоривают их. Затем бутылки с молоком помещают в стерилизаторы непрерывного действия, в которых молоко подвергается вторичной стерилизации.

Принципиальная схема пастеризационно-охладительной установки



- **I - Секция рекуперации II - Секция пастеризации III - Секция охлаждения водой**
- **IV - Секция охлаждения рассолом**
- **1 - уравнительный бак; 2 - поплавок; 3 - центобежные насос; 4 - пластинчатый аппарат; 5 - выдерживатель; 6 - сепаратор молокоочиститель; 7 - гомогенизатор; 8 - насос для горячей воды; 9 - пароконтактный нагреватель; 10- бачок аккумуляторный; 11 - возвратный клапан.**