

# **МЕХАНИЧЕСКАЯ И ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА МОЛОКА**

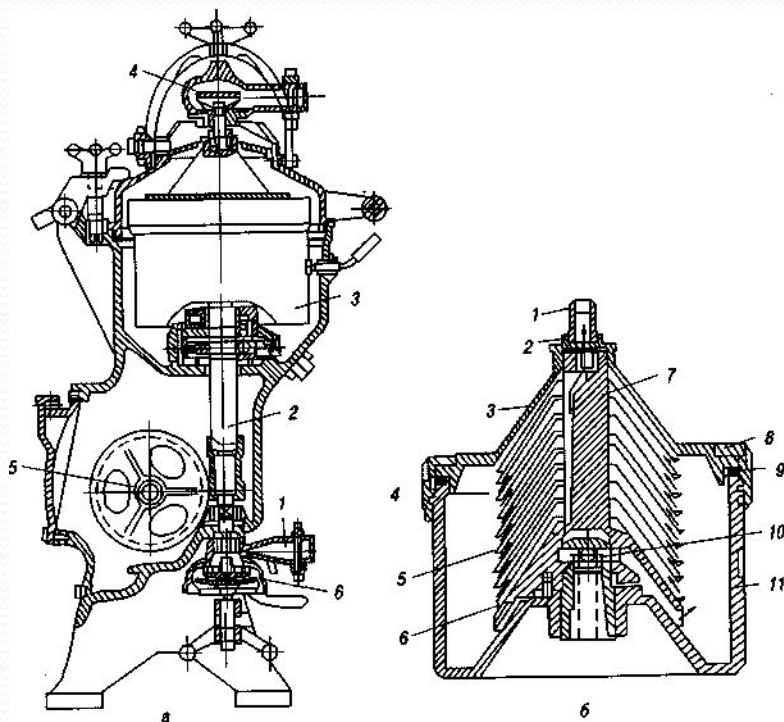
- Механическая обработка - очистка молока от механических и биологических загрязнений, сепарирование и гомогенизация, дезодорация и аэрация, мембранные методы обработки.
- Тепловая обработка заключается в пастеризации и стерилизации молока.

# Сепарирование

- Процесс сепарирования молока – разделение на обезжиренное молоко и сливки под действием центробежной силы – основывается на разности плотностей жировых шариков ( $930 \text{ кг/м}^3$ ) и плазмы ( $1036 \text{ кг/м}^3$ ).
- Оптимальной температурой сепарирования является  $35\text{-}45 \text{ }^\circ\text{C}$ .



# Сепаратор-сливкоотделитель



- *a* - 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-кларификсаторы, которые имеют специальную камеру с гомогенизирующим неподвижным диском. В одном аппарате происходит очистка и гомогенизация молока.

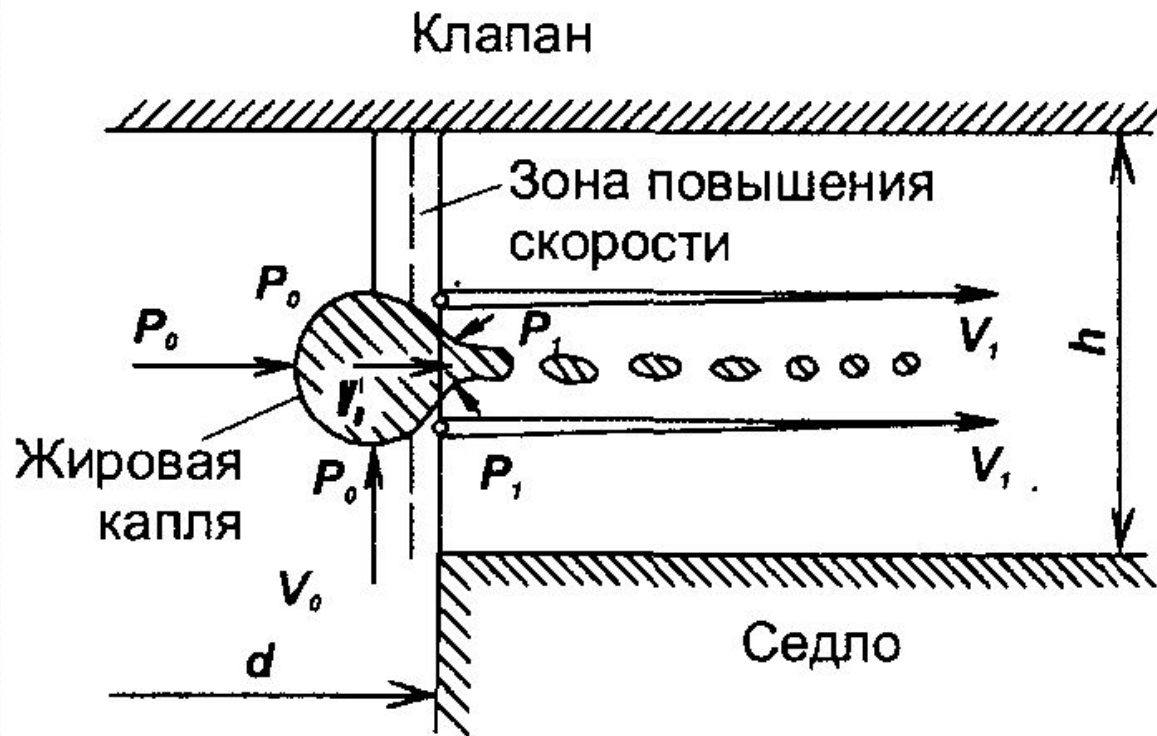




- **Диспергирование**

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

# Мембранные методы обработки

- **Микрофльтрация.** 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.
- **Ультрафльтрационная обработка.** Ультрафльтрационные 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.



# Баромембранные процессы разделения молока

Показатель	Микрофльтрация	Ультрафльтрация	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	Гидратированные 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 (вакуумобработке) 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-охлаждающих 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  $40 \pm 5$  °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  $12,5 \pm 2,5$  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°C. Цель - уничтожение болезнетворных бактерий и резкое снижение общего количества микроорганизмов (вегетативная микрофлора)
- **Стерилизация** - нагревание молока до температуры выше 100°C, 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°C с выдержкой 30 мин).
- Кратковременная (при  $t$  72 – 75°C с выдержкой 18 – 20 с).
- Мгновенная (при  $t$  85°C 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  $80^{\circ}\text{C}$ , разрушаются все ферменты.
- Из молока удаляется углекислый газ, вследствие чего незначительно снижается кислотность молока (на  $0,5-1^{\circ}\text{T}$ )
- Повышение температуры до  $70-75^{\circ}\text{C}$  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°C с выдержкой 20-25 с.
- Для кисломолочных напитков  $t$  80°C с выдержкой 30 мин, 85° С - 10 мин, 90°C - 5 мин, 95°C - 2 мин, 100°C - 1 мин.
- При производстве творога и других белковых продуктов 72-80°C 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

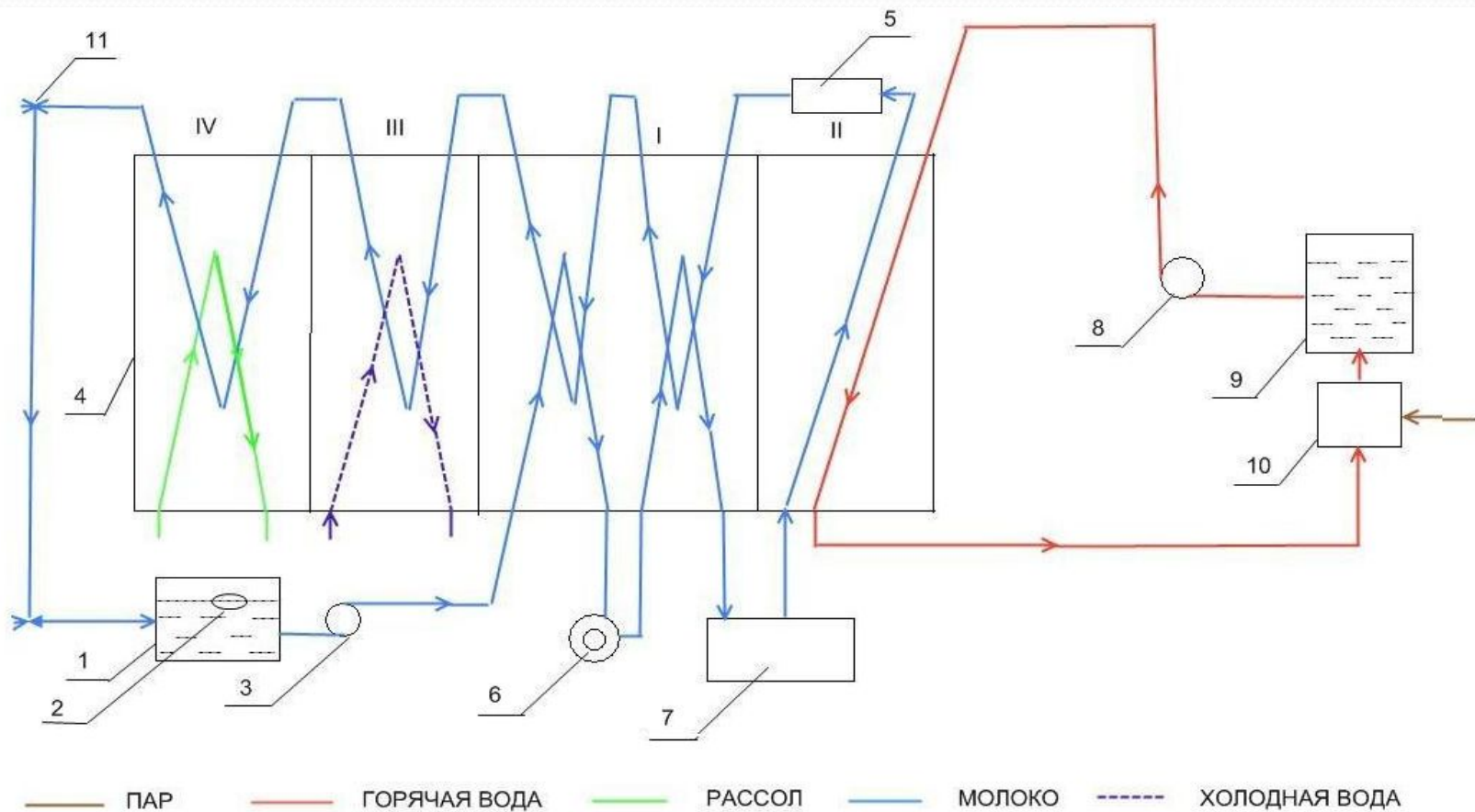
- $t\ 150^{\circ}\text{C}$  с выдержкой 1 с,
- $t\ 140^{\circ}\text{C}$  – 10 с,
- $t\ 135^{\circ}\text{C}$  – 30 с,
- $t\ 130^{\circ}\text{C}$  – 60 с,
- $t\ 120^{\circ}\text{C}$  – около 15 мин,
- $t\ 115^{\circ}\text{C}$  – 20-30 мин,
- $t\ 110^{\circ}\text{C}$  – 35-40 мин.



# 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°C, охлаждают до 65-75°C, 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 - уравнильный бак; 2 - поплавок; 3 - центробежные 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.