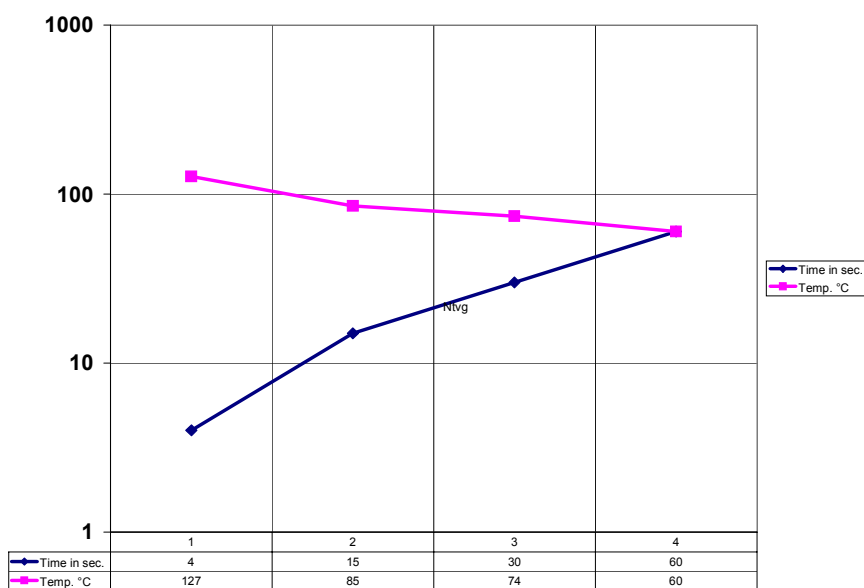


## Комплектные линии пастеризации молока фирмы GEA Westfalia Separator Food Tec GmbH

### 1. Пастеризация сырого молока

Негативное воздействие микроорганизмов на пищевые продукты было обнаружено и описано более 100 лет назад известным французским ученым Louis Pasteur. Поэтому термообработка пищевых продуктов является наиболее общей процедурой улучшения их качества и, особенно, увеличения срока их годности. В настоящее время эта процедура, наиболее широко используемая для обработки сырого молока, называется по имени ее изобретателя **пастеризацией молока**.

На результаты процесса оказывает влияние не только величина температуры, но и время, в течение которого эта температура воздействует на продукт, т.е. время выдержки. Можно легко определить, что существует следующая зависимость между температурой и временем выдержки: чем выше температура, тем меньше требуется время выдержки для достижения одинаковой эффективности процесса (см. Рис.1).



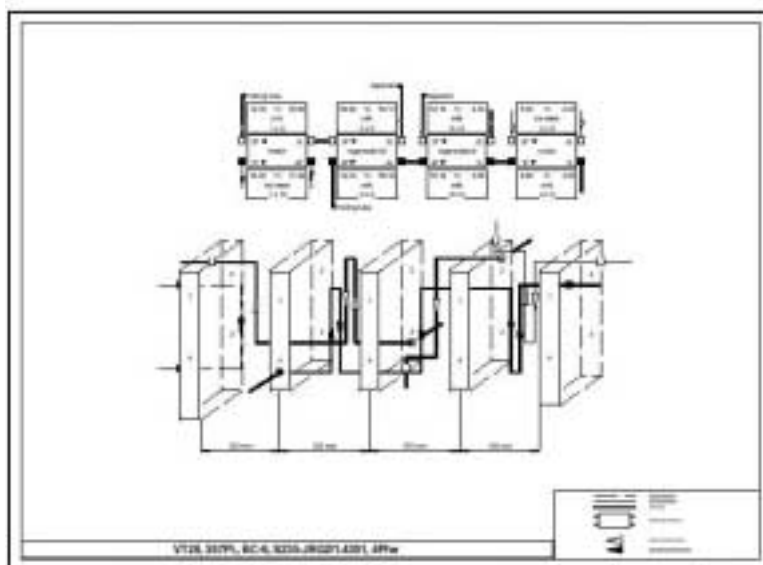
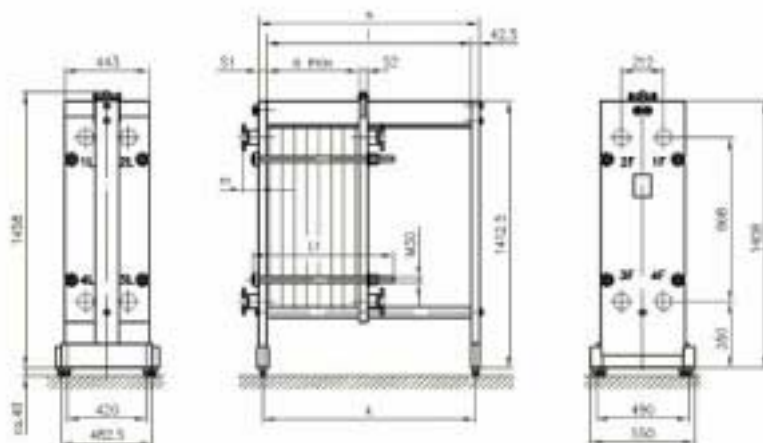
**Рис. 1. Зависимость эффективности пастеризации от температуры и времени выдержки.**

Одна Единица пастеризации означает 1 мин. выдержки при 60°C или 0,1 мин. - при 67°C, или 0,01 мин. – при 74°C, при одинаковом результате и обозначается **1 PU**. Математически эта зависимость описывается логарифмической функцией.

Время и температура процесса определяются не только математическими зависимостями, но, также и различиями в качестве молока и международных стандартов. Наиболее простым путем является длительный нагрев молока, как, например, при домашнем кипячении молока. Он очень прост, но годится только для небольших производительностью и в периодических процессах.

На современных молочных заводах с высокими требованиями к количеству перерабатываемого молока и непрерывным режимом работы была разработана кратковременная процедура тепловой обработки молока. Это стало возможным с развитием пластинчатых теплообменников, которые объединили возможность непрерывной работы с экономическими преимуществами, связанными с регенерацией тепла. Молоко направляется на нагрев на различных стадиях процесса с использованием одной или нескольких секций регенерации теплоты молока, так чтобы теплота уже нагретого молока передавалась входящему молоку.

Путем применения этой технологии регенерации тепла может быть достигнута степень регенерации  $> 90\%$  в зависимости от местных условий (см. Рис. 2)



**Рис. 2 Пластичатый теплообменник с секциями регенерации тепла.**

Обычно температура нагрева в пластичатых пастеризаторах составляет  $74 - 75^\circ\text{C}$  с выдержкой  $20 - 30$  сек. Иногда рекомендуется или законодательно требуется температура  $\text{min } 85^\circ\text{C}$ , зависящая в основном от качества сырого молока. Эти пределы температуры пастеризации сырого молока применяются, главным образом, при производстве товарного питьевого молока. В случае использования пастеризованного молока в качестве сырья для дальнейшей переработки, например, для производства сыра и/или йогурта, применяются другие режимы температура – время выдержки. Например, для производства сыра или творога иногда требуется более высокая температура пастеризации ( $85 - 88^\circ\text{C}$ ) при времени выдержки  $300$  сек., а для производства йогурта -  $95^\circ\text{C}$ ,  $300$  сек.

Это объясняется не только количеством бактерий в исходном молоке и требуемым сроком годности, но также и специальными требованиями процесса обработки молока перед его ферментацией для

производства сыра или йогурта. Типичные температурные режимы пастеризации молока приведены в табл. 1.

**Таблица 1.**

Продукт	Длительный нагрев				Кратковременный нагрев (мгновенная пастеризация)				Высокотемпературный нагрев	
	min.	max.	Время выдержки		min.	max.	Время выдержки		min.	max.
	62°C	65°C	min. 30 мин.	max. 32 мин.	72°C	75°C	min. 15 сек.	max. 30 сек.	85°C / 4 сек.	85°C / 242 сек. 127°C / 4 сек.
Свежее молоко	X	X	X	X	X	X	X	X		
Обезжиренные молочные продукты	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O
Сливки (не на масле)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

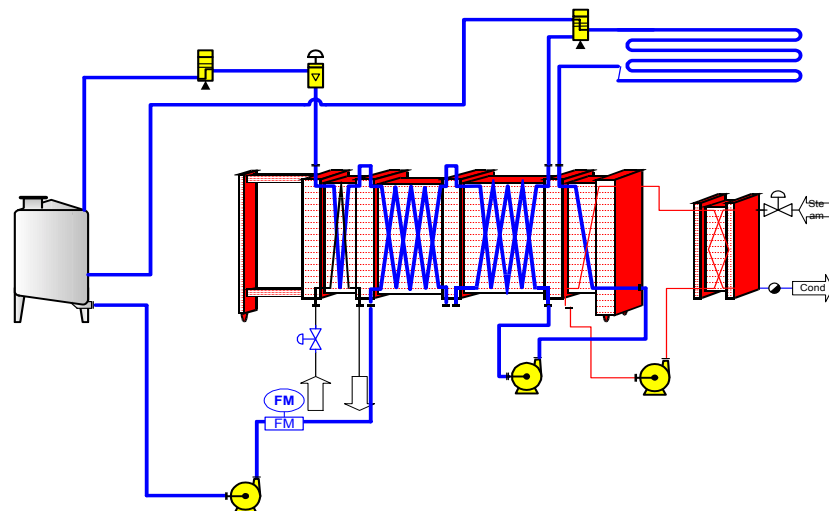
X = необходимо

O = оптимально / может быть повышено

Пластинчатый теплообменник является сердцем процесса пастеризации и наиболее важным узлом пастеризационной линии, применяемым для нагрева и охлаждения продуктов.

Однако комплектные линии состоят из большого количества компонентов, необходимых для решения технологической задачи. Поэтому следующий раздел посвящен описанию оборудования, включаемого в линии пастеризации.

На рис. 3 приведена простейшая линия пастеризации.



**Рис. 3. Простейшая линия пастеризации.**

Молоко подается из танка хранения сырого молока узла приемки молока в балансировый танк пастеризационной установки. Объем балансового танка должен быть по крайней мере 2 – 5% производительности линии, чтобы обеспечить равномерные условия подачи. В настоящее время эти танки выполняются закрытой конструкции, чтобы предотвратить контакт с окружающим воздухом, и

оборудуются устройствами контроля уровня, обычно, на базе поплавковых устройств. Молоко насосом перекачивается в регенерационную секцию пастеризатора.

Обычно подача в пастеризатор лимитируется эффективной производительностью пастеризатора и управляется регулятором расхода, устанавливаемом после подающего насоса перед первой секцией пластинчатого теплообменника.

В несколько этапов молоко с помощью непрямого нагрева через поверхность пластин нагревается до приблизительно 65 - 66°C в зависимости от режима. Вследствие использования в этой секции в качестве теплоносителя уже ранее нагретого молока возможно достижение степени регенерации тепла до 95%. Из регенерационной секции молоко направляется в секцию нагрева до требуемой температуры пастеризации.

По достижении требуемой температуры молоко направляется в трубчатое устройство специальной конструкции, размещаемое вне пластинчатого теплообменника и используемое в качестве трубчатого выдерживателя, для обеспечения заданной температуры с необходимым временем выдержки. Длина и диаметр труб зависит от производительности установки и требуемого времени выдержки. После выдержки молоко обратным потоком направляется в регенерационную секцию теплообменника для подогрева вновь поступающего молока, а затем в секцию охлаждения. Поток обычно управляется автоматическим регулировочным клапаном. В случае не соответствия процедуры нагрева заданному режиму этот клапан включает режим циркуляции и неправильно нагретое молоко направляется обратно в балансовый танк.

Обычно нагрев до требуемой температуры пастеризации осуществляется в секции нагрева при помощи горячей воды, которая, как правило, готовится во внутренней системе циркуляции горячей воды, нагреваемой паром. Охлаждение обычно производится противоточной ледяной водой в секции охлаждения.

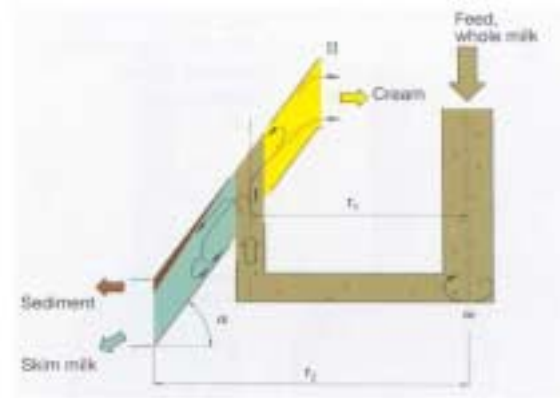
В соответствии с современными стандартами одновременно с описанным процессом производятся другие технологические операции, такие как:

- Сепарация сливок из сырого молока
- Гомогенизация молока и/или сливок
- Нормализация по жиру молока и/или сливок
- Очистка молока от твердых примесей или от бактерий
- Обработка сливок

Поэтому процесс пастеризации, описанный выше, обычно адаптируется к реализации нескольких режимов или их комбинации.

## **2. Применение сепараторов для отделения сливок.**

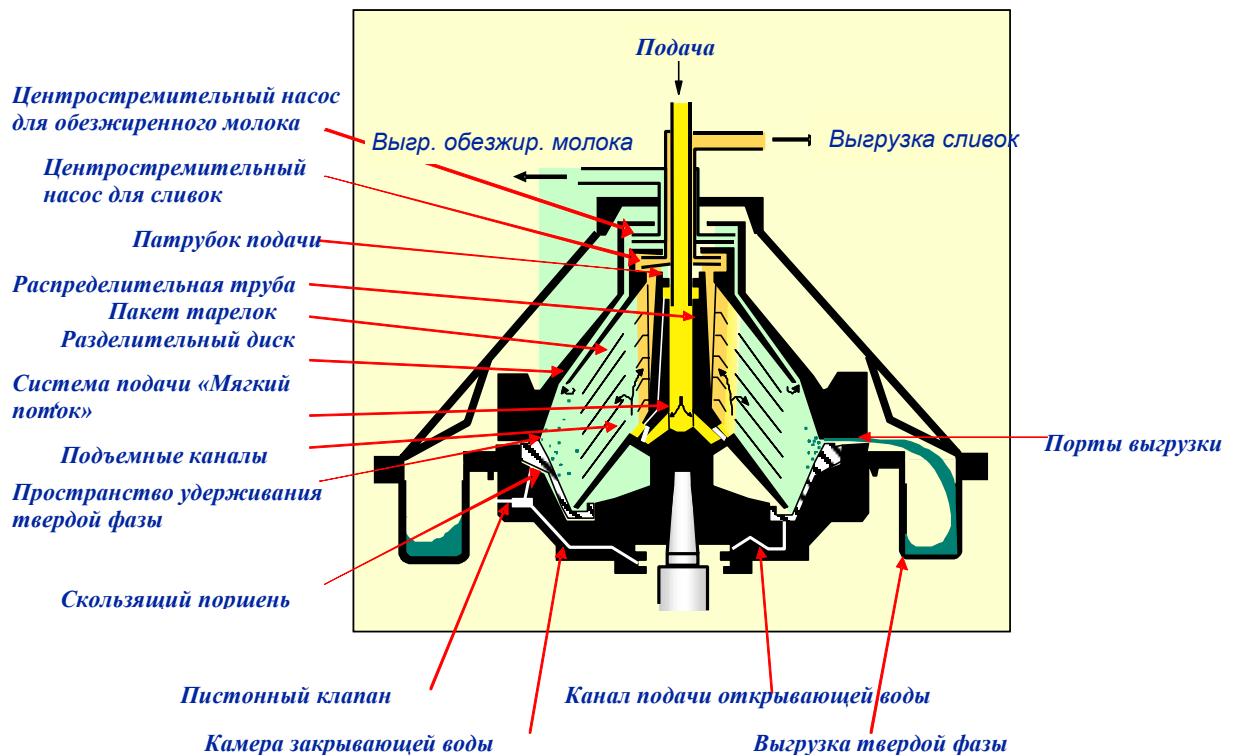
Обезжиривание молока или концентрация сливок является наиболее старой областью применения механической сепарации в молочной промышленности. Применение центрифуг на этой стадии процесса началось более 100 лет назад. Цель применения этих машин упрощенно можно описать как отделение более легких сливок от более тяжелого молока под действием центробежной силы (см. Рис. 4).



**Рис. 4. Сепарация под действие центробежной силы.**

Поскольку жидкости разделяются вследствие разности их плотностей, а эта разница, в свою очередь, увеличивается при росте температуры процесса, обычно сепарация молока проводится при температуре выше 50°C и называется сепарацией горячего молока. В принципе сепарация холодного молока (>4 - 6°C) также возможна, но, поскольку сливки имеют наилучшие свойства при 50 – 55°C, эффективность процесса сепарации горячего молока намного выше.

Базовая конструкция современного сепаратора горячего молока фирмы Westfalia Separator, типов MSD/MSE показана в разрезе на рис. 5.



**Рис. 4. Сепаратор горячего молока в разрезе.**

Молоко подается в барабан сверху и плавно ускоряется с помощью патентованных систем подачи фирмы Westfalia «SoftStream» или «HydroSoft». Молоко по подъемным каналам распределителя направляется в пакет тарелок и разделяется на сливки и обезжиренное молоко.

Обе фазы выводятся из барабана под давлением посредством встроенных центростремительных насосов. Этого давления достаточно для прокачивания молока через всю пастеризационную установку. Второй задачей молочного сепаратора является удаление твердой фазы и грязи из молока. Поскольку твердая фаза обычно имеет большую плотность по сравнению с молоком, она осаждается в направлении внешней части центробежного поля в пространстве сбора твердой фазы барабана. Сепараторы фирмы Westfalia типов MSD/MSE оборудованы очень точной и быстрой системой выгрузки твердой фазы, состоящей из гидравлически управляемых двух пистонных клапанов. В процессе сепарации горячего молока твердая фаза обычно выгружается из барабана в процессе частичных выгрузок, так что во время этого процесса выбрасывается только часть твердой фазы для того, чтобы избежать потерь продукта. Однако пистонный клапан High Vol фирмы Westfalia, управляемый гидравлической системой, также позволяет произвести полную выгрузку твердой фазы, обычно осуществляемую в процессе мойки сепаратора CIP. Это позволяет полностью разгрузить барабан и обеспечить высокие гигиенические стандарты мойки.

Ряд сепараторов фирмы Westfalia Separator для горячего молока приведен в табл. 2.

**Таблица 2**

Тип:	Эффективная производительность Сепарация горячего молока л/ч.	Максимальная производительность Нормализация л/ч.
MSE 30	3 000	5 000
MSE 55	5 000	7 500
MSE 75	7 500	10 000
MSE 85	10 000	15 000
MSD 130	15 000	20 000
MSD 170	20 000	30 000
MSD 200	25 000	32 000
MSD 250	30 000	35 000
MSE 350	35 000	40 000
MSE 400	40 000	45 000
MSE 500	50 000	60 000
MSE 600	55 000	60 000

Обычно сепараторы горячего молока являются составной частью линии пастеризации и устанавливаются после первоначального нагрева продукта до 50 – 55°C. По этой причине обычно регенерационная секция пастеризатора состоит, по крайней мере, из двух частей, первая из которых служит для нагрева до температуры сепарации. Комплектная линия, включающая сепаратор, показана на Рис. 5.

Фирма GEA Westfalia Separator поставляет пастеризационные линии в двух, немного отличающихся вариантах (см. Рис. 6).

Пастеризационные линии небольшого и среднего размеров могут быть смонтированы на общей раме вместе со всем необходимым оборудованием и компонентами. Ряд производительностей таких линий - 3.000 – 10.000 l/h представляет собой ряд “S” пастеризационных установок фирмы Westfalia Separator (см. Рис. 7).

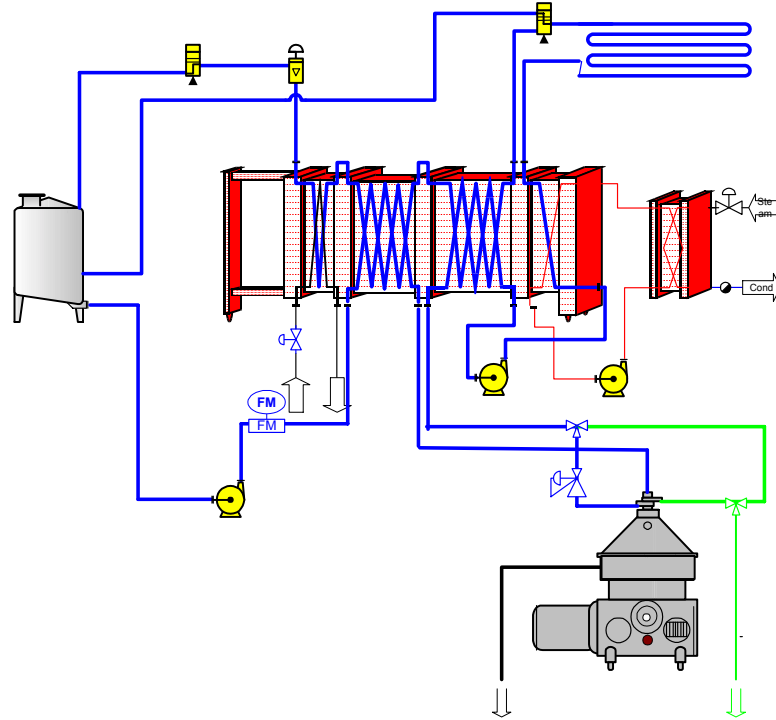
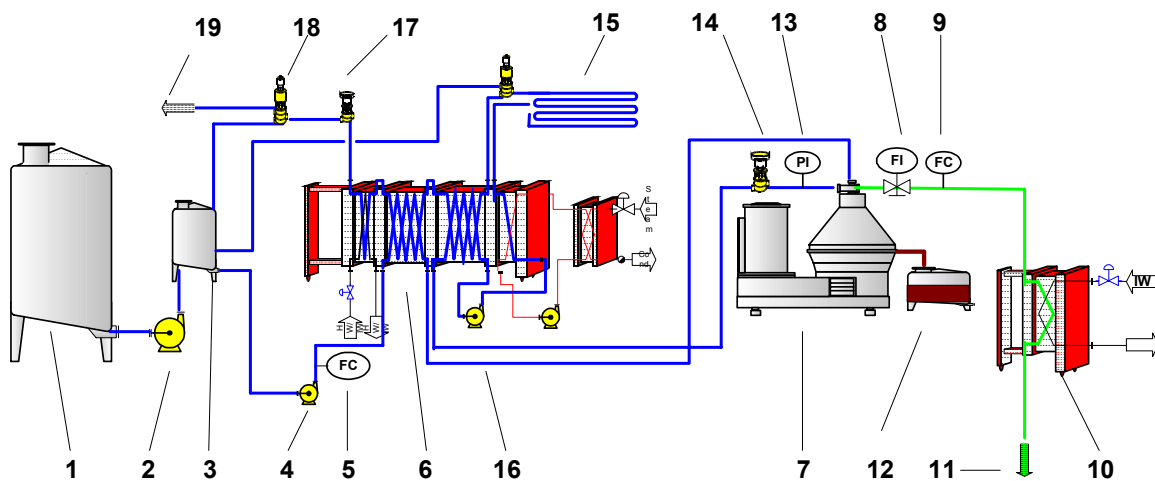
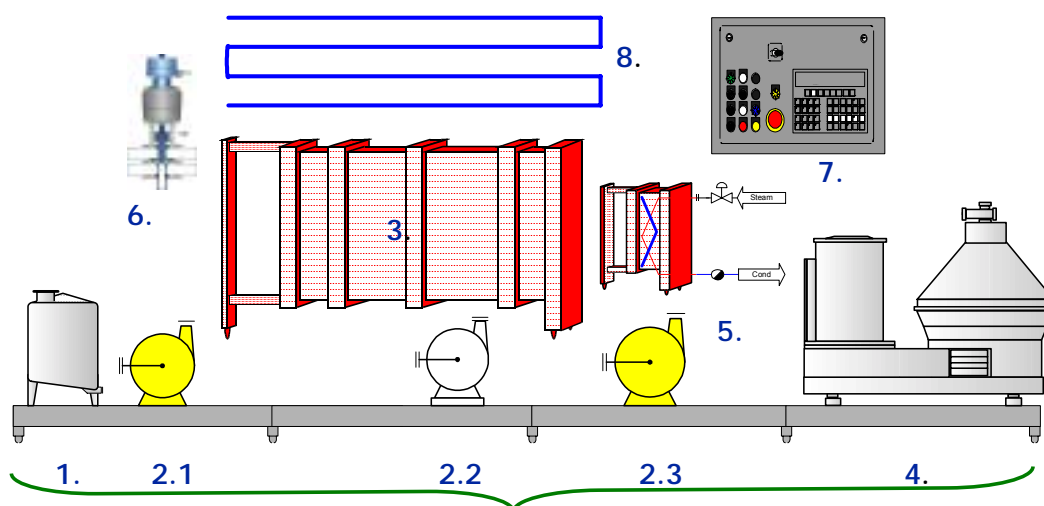


Рис. 5. Линия пастеризации с сепаратором.



- |                                   |                                  |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. Танк сырого молока             | 6. Пластиновый пастеризатор      | 15. Трубчатый выдерживатель      |
| 2. Насос подачи из танка хранения | 7. Молочный сепаратор MSE        | 16. Бустерный насос              |
| 3. Балансовый танк                | 8, 9, 13, 14. Клапаны сепаратора | 17, 18. Клапаны изменения потока |
| 4. Насос подачи в пастеризатор    | 10. Охладитель сливок            | 19. Обработанное молоко          |
| 5. Регулятор потока               | 11. Охлажденные сливки           |                                  |

Рис. 6. Комплектная линия пастеризации фирмы Westfalia Separator



### Стандартный объем поставки

- |  |   |
|--|---|
| 1. Балансовый танк                         | 5. Система горячей воды                                   |
| 2.1 – 2.3 Насосы продукта и горячей воды   | 6. Клапан изменения потока GEA Varivent                   |
| 3. Пластинчатый пастеризатор GEA Ecoflex   | 7. Системы управления процессом (PLC) и двигателями (MCC) |
| 4. Молочный сепаратор Westfalia, серия MSE | 8. Трубчатый выдерживатель                                |

**Рис. 7. Пастеризационные линии фирмы Westfalia Separator серии “S”.**

Обозначение “S” означает, что эти установки монтируются на общей раме. В основном объеме поставки показан на рис. 7 и включает в себя оборудование от балансового танка до выхода пастеризованного молока. Стандартный ряд температур основан на следующих оценках:

Температура сырого молока на входе:	4 - 5°C
Температура сепарации:	55°C
Температура пастеризации:	72-74°C
Температура охлаждения:	4-5°C
Время выдержки:	20 – 30 сек.

Ряд производительностей пастеризационных установок фирмы Westfalia Separator серии “S” приведен в табл. 3.

**Таблица 3.**

Наименование	WEPU 30S	WEPU 50S	WEPU 75S	WEPU 100S
Производительность, л/ч.	3 000	5 000	7 500	10 000

Возможны различные варианты объема поставки, принимая во внимание температуру и время выдержки.



Следующий ряд производительностей относится к более высоким производительностям 15.000 – 40.000 л/ч. и выше. Эти линии называются установками пастеризации Westfalia Separator серий 150 - 400 и приведены в табл. 4.

Таблица 4. Ряд производительностей пастеризационных установок фирмы Westfalia Separator серий 150 - 400.

Таблица 4.

Наименование	WEMPU 150	WEMPU 200	WEMPU 250	WEMPU 300	WEMPU 350
Производительность, л/ч.	15 000	20 000	25 000	30 000	35 000

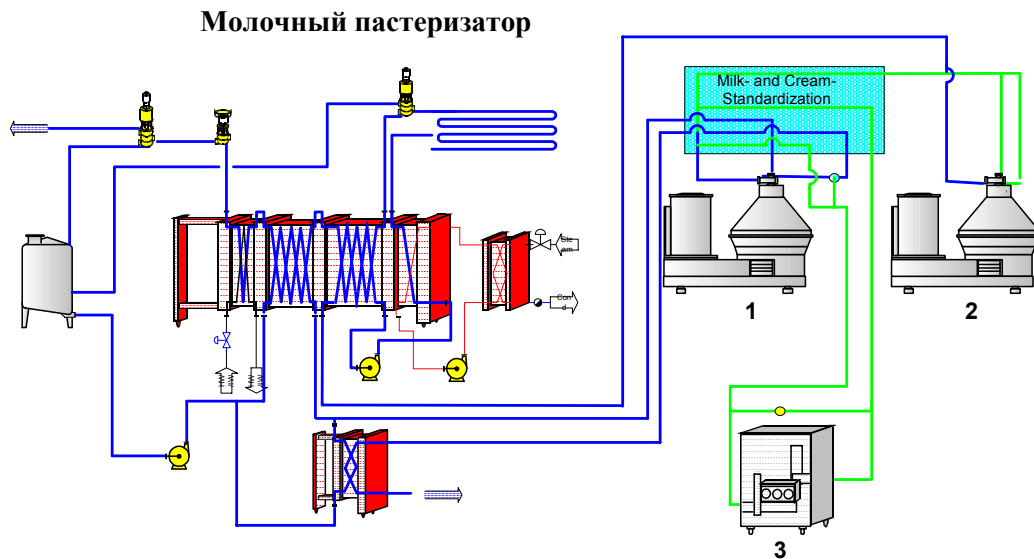
В основном стандартный объем поставки, также как и температура и время выдержки, подобны малым установкам, смонтированным на общей раме. Иные требования должны обсуждаться в каждом конкретном случае отдельно. Однако эти установки могут быть только частично смонтированы на общей раме вследствие больших размеров пастеризаторов и сепараторов. Максимальная производительность линии определяется пропускной способностью сепаратора. Новая серия сепараторов фирмы Westfalia Separator - MSE 500/600, позволяет, при необходимости, добиться производительности до 50.000 - 55.000 л/ч.

На рис. 8 показана типичная линия пастеризации молока.



Рис. 8. Линия пастеризации молока.

Подобные линии, при необходимости, могут быть оснащены такими дополнительными опциями, как устройства автоматической нормализации, гомогенизации или удаления бактерий из молока в рамках решения единой технологической задачи (см. Рис. 9). Эти дополнительные секции описаны в разделах 3 – 5.



1. GEA Westfalia Separator сепаратор горячего молока с устройством автоматической нормализации молока и сливок.
2. GEA Westfalia Separator сепаратор для удаления бактерий с системой циркуляции.
3. GEA Niro Soavi гомогенизатор.

**Рис. 9. Линия пастеризации с дополнительными опциями.**

### Варианты исполнения процесса:

#### **а) Европейские правила пастеризации молока EN 92/46.**

В соответствии с современными Европейскими стандартами, так же как и стандартами США FDA линии пастеризации товарного молока должны работать при следующих условиях:

1. Температура нагрева - 72 ... 75°C.
2. Время выдержки:  
Min.  $\geq 15$  сек., Max.  $\geq 30$  сек.
3. Время циркуляции молока при нормальной температуре нагрева - max. 3 мин. для товарного молока.
4. Постоянное измерение параметров для предотвращения повторного заражения молока в пастеризаторе, например вследствие повреждения пластин.

В отличие от выполнения требований 1...3 существует несколько возможностей организации исполнения санитарного стандарта 4. Европейский стандарт не только требует измерять, но и регламентирует способы выполнения этих требований. Можно спорить, имеет ли смысл выполнение требований этого стандарта, но правила требуют проведения указанных измерений, и, следовательно, поставщик должен их выполнять.

В настоящее время имеется три основных способа выполнения этих требований. Наиболее простым является отслеживание и измерение, тем или иным способом, давления в установке работающей и неработающей установки. Это может быть сделано путем организации измерений давления при испытаниях на воде.

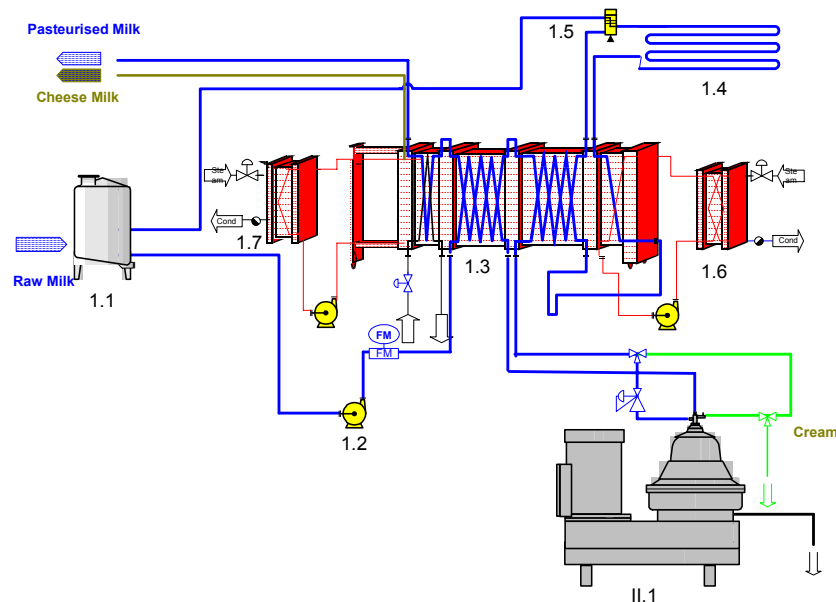
Проблема заключается в том, что дефект не может быть обнаружен во время работы установки. Другой возможностью является предотвращение смешивания еще не нагретого молока с уже нагретым в

пастеризаторе. Это требование может быть выполнено путем введения дополнительной секции нагрева воды, так чтобы вода действовала в качестве агента регенерации тепла. В этом случае проблемой является невысокая эффективность регенерации тепла, и этот способ рекомендуется только для установок невысокой производительности. В настоящее время наиболее распространенным способом является установка дополнительного бустерного насоса (см. Рис. 6, Поз. 16). Применение этого насоса позволяет создать постоянную положительную разницу давлений величиной, по крайней мере, 0,5 Бар в секции нагрева пастеризатора. Дополнительным является требование установки датчиков давления по всей установке, чтобы иметь возможность контролировать давление, а также использовать эти данные для системы управления пастеризатора и сепаратора.

### б) Производство сырного - / процессного- / йогуртного молока и различное время выдержки.

Иногда пастеризационная установка используется не только для пастеризации товарного молока, но и для других продуктов. Поэтому в ней применяются различные температуры нагрева, времени выдержки и температуры выходящих продуктов (см. Раздел 1). В этом случае пастеризационная установка должна обеспечивать выполнение всех требуемых режимов. Недостатком является то, что в таком случае не возможно достижение степени регенерации тепла более 90%.

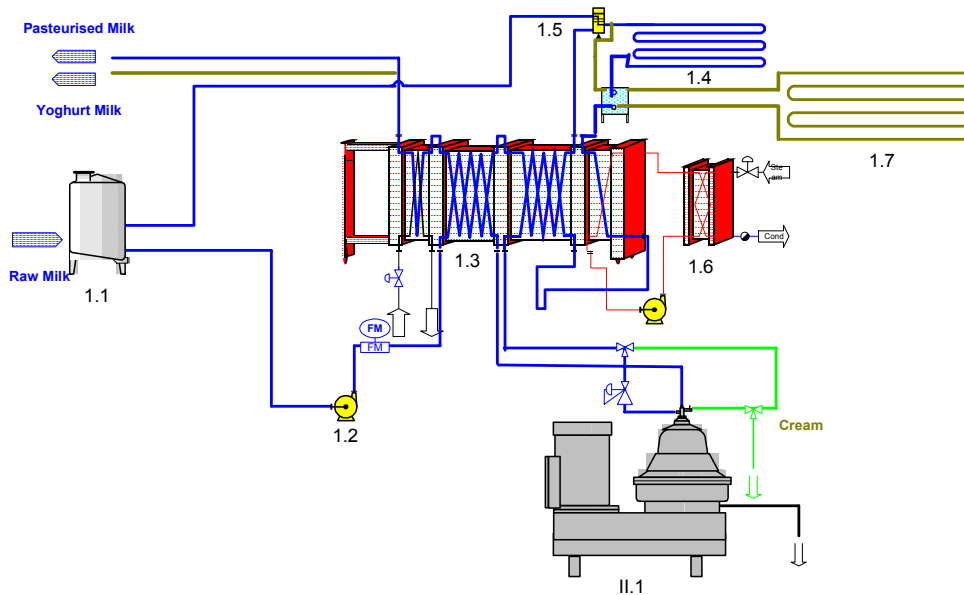
На рис. 10 показана типичная установка для пастеризации процессного- / сырного молока. В этом случае секция охлаждения может также работать как секция вторичного нагрева, называемая секцией окончательного нагрева для нагрева молока до температуры ферментации сыра. Для этого случая необходимо применение второго контура циркуляции горячей воды (см. Рис. 10. Поз. 1.7).



**Рис. 10. Установка для пастеризации процессного- / сырного молока.**

Другая версия процесса приведена на рис. 11. Она предназначена для реализации двух температур нагрева с двумя различными временами выдержки. Такая конструкция необходима, если пастеризатор должен быть пригоден для товарного молока и для йогуртного молока. Секция нагрева обеспечивает нагрев до температуры 74 – 95°C при времени выдержки 20 – 30 сек. Для товарного молока и 300 сек. - для йогуртного.

Возможна комбинация обеих установок, показанных на рис. 10, 11, а пастеризатор, показанный на рис. 11, может также быть оборудован второй системой циркуляции горячей воды, как окончательный нагреватель, и, по крайней мере, три различных режима работы могут быть реализованы.



**Рис. 11. Пастеризационная установка с различными температурой пастеризации и временем выдержки.**

## **2. Выполнение нормализации молока.**

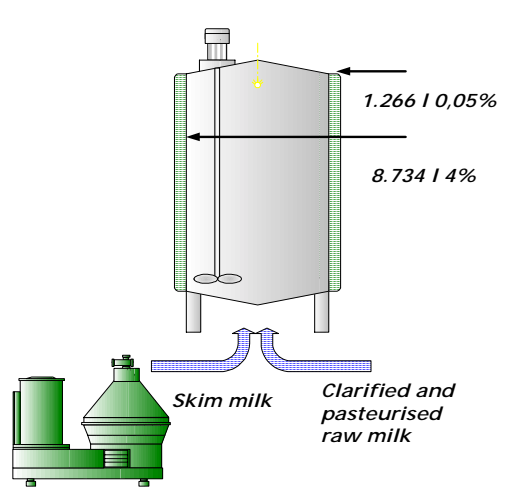
Стандартизация молока и сливок означает не что иное, как регулирование их жирности по заданным значениям. Иногда применяется также термин нормализация молока. Стандартизация необходима для регулирования жирности товарного молока на различных уровнях, чтобы получить молоко низкой или высокой жирности. Также стандартизация необходима в случае, если молоко используется для дальнейшей переработки, например для производства йогурта.

Жирность сливок также должна регулироваться, если они используются в молочном производстве, например для производства масла.

Существует три стандартных основных способа нормализации / стандартизации молока по жирности.

### **а) Стандартизация в танке.**

В случае простейшей стандартизации в танке танк хранения заполняется основным количеством пастеризованного и очищенного молока. Обезжиренное молоко / сливки добавляются для получения заданной жирности молока в танке. Количество добавляемого продукта можно рассчитать в соответствии с методом «перекрестного смешивания» (см. Рис. 12):



Пример:

Танк хранения		$V = 10.000 \text{ л}$
жирность сырого молока =	4%	
жирность обрат =		0,05%
<b>требуемая жирность =</b>		<b>3,5%</b>
	4%	3,45%
	3,5%	$3,45\% / 0,5\% = 6,9$
	0,05%	0,5%

Чтобы получить заданное значение 3,5% жирности, оператор должен добавить 6,9 частей обрат:

$$6.900 \text{ л} + 1.000 \text{ л} = 7.900 \text{ л} \quad \text{Фактор} = 10.000 \text{ л} / 7.900 \text{ л} = 1,2658$$

$$6.900 \text{ л} * 1,2658 = 8.734 \text{ л} (4\%)$$

$$1.000 \text{ л} * 1,2658 = \underline{1.266 \text{ л} (0,05\%)}$$

$$10.000 \text{ л} (3,5\%)$$

**Рис. 12. Расчет количества смешиваемых продуктов при нормализации в танке методом «перекрестного смешивания».**

Стандартизация в танке очень проста, но не очень распространена на современных молокозаводах.

Не требуется никакого дополнительного оборудования для сепаратора и линии пастеризации. Сливки полностью отделяются и выгружаются отдельно от обрат.

Стандартизация в танке хранения проводится вне нормального процесса пастеризации.

### b) Ручная стандартизация после сепаратора.

В случае ручной стандартизации с применением сепаратора горячего молока (см. Рис. 13) сырое молоко должно иметь постоянную жирность. Излишек сливок добавляется к обрат посредством Surplus cream is added to the skim milk flow by a дроссельного клапана, а поток отображается расходомером. Количество необходимого излишка сливок рассчитывается следующим образом:

$$C = Q * F_c - F_{st}$$

$C$  = Излишек сливок (л/ч.)

$Q$  = Производительность подачи (л/ч.)

$F_c - F_{st}$

$F$  = Жирность сырого молока (%)

$F_{st}$  = Жирность стандартизованного молока (%)

$F_c$  = Жирность сливок (%)

В дополнение к дроссельному клапану и расходомеру устанавливается трехходовой клапан, позволяющий производить следующие операции:

- Обезжиривание цельного молока
- Очистка цельного молока
- Производство стандартизованного цельного молока

Ручная стандартизация очень проста и дешева. Однако точность зависит от состояния установки и точности расходомеров. Поэтому ручная стандартизация рекомендуется только для низких производительностей (ниже 10.000 л/ч.).

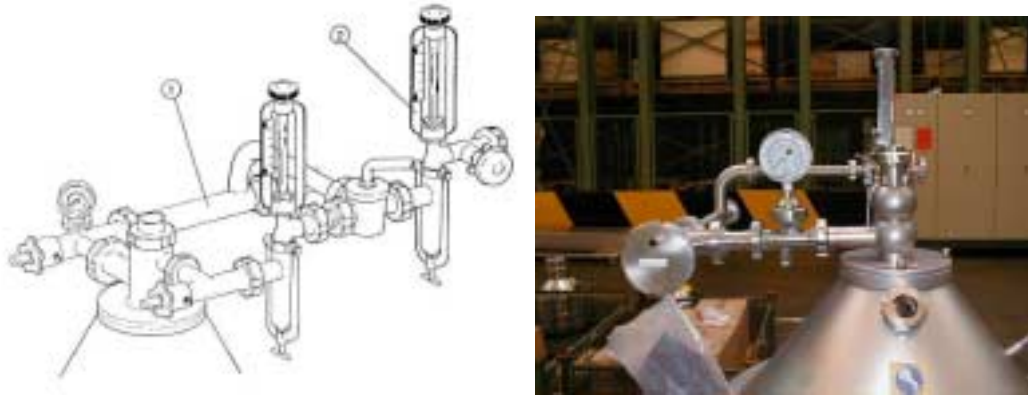


Рис. 13. Ручная стандартизация молока после сепаратора.

с) Автоматическая стандартизация молока и/или сливок по жиру в потоке.

Главной целью автоматической стандартизации является непрерывная стандартизация сырого молока по жиру до заданного значения в товарном молоке или сырном молоке. Также возможна стандартизация сливок по жиру до заданного значения. Поэтому возможны автоматическое регулирование жирности молока, сливок или обоих продуктов одновременно. Принцип работы системы измерения основан на сравнении плотности различных компонентов, получаемых в процессе сепарации молока. Устройство STANDOMAT MC является системой стандартизации молока и сливок автоматического действия. Все саморазгружающиеся сепараторы серии MSE могут работать совместно с системой STANDOMAT MC (см. Рис. 14).

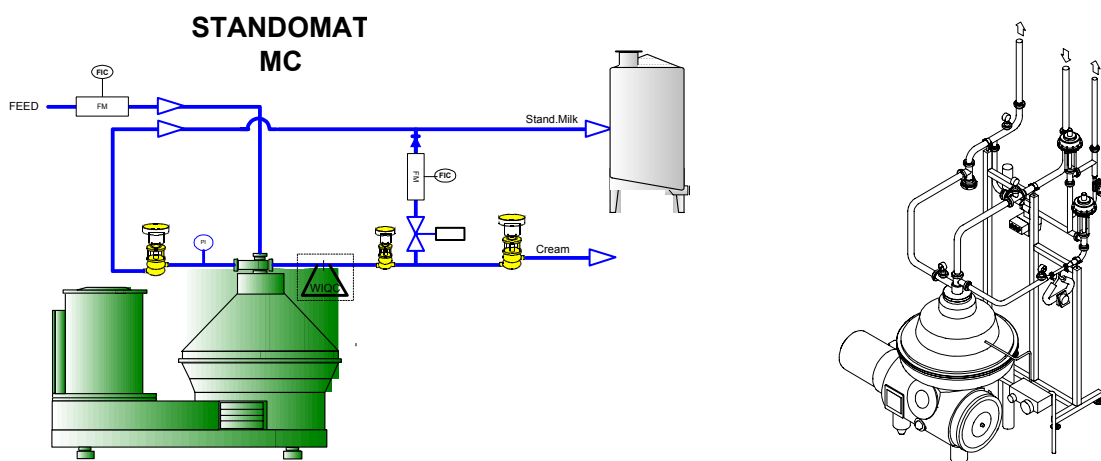


Рис. 14. Система STANDOMAT MC с сепаратором серии MSE.

Система стандартизации STANDOMAT фирмы Westfalia Separator поставляется в различных версиях для автоматической стандартизации молока, сливок, молока и сливок, а также добавок. Система работает с высокой точностью в следующих пределах (см. табл. 5):



**Таблица 5. Параметры работы системы STANDOMAT.**

Данные процесса	Точность
Минимальная производительность: 5.000 л/ч.	
Жирность молока на подаче: max 4,2%	+/- 0,05% после STANDOMAT
Стандартизованное молоко: 1...4%	+/- 0,025% после STANDOMAT
Стандартизованные сливки: Буферный танк 28...45%	+/- 0,4%

Возможны различные вариации процесса по специальному запросу. После модернизации схемы установки и системы стандартизации возможно даже повышение жирности стандартизованного молока по сравнению с входящим.

Вообще производительность сепаратора горячего молока с системой стандартизации немного выше, чем эффективная производительность обезжиривания. Производительность стандартизации показывает максимальную пропускную способность барабана сепаратора и приведена в табл. 2.

### 3. Выполнение гомогенизации.

Жир в молоке обычно формирует шарики и не распределяется равномерно. Жир также является очень важным носителем вкуса и, чтобы избежать накопления сливок сверху, необходимо проведение гомогенизации, особенно для товарного молока. Гомогенизация означает ничего более, чем разрушение жировых шариков с помощью высокого рабочего давления. Гомогенизаторы работают подобно насосам высокого давления и оснащаются гомогенизационными поршнями. То же самое справедливо и для жира сливок. В комплектных линиях пастеризации фирма Westfalia Separator имеет возможность применять гомогенизаторы фирмы GEA Niro Soavi. Гомогенизаторы могут применяться для частичной гомогенизации, если только часть обрабатываемого продукта должна быть гомогенизирована, или для полной гомогенизации всего пастеризованного молока. На рис. 15 показана типичная конструкция гомогенизатора для гомогенизации паром. Схема частичной гомогенизации приведена на Рис. 9 (поз. 3).



**Рис. 15. Гомогенизатор фирмы GEA NIRO Soavi.**

Если требуется полная гомогенизация, гомогенизатор обычно встраивается в поток пастеризатора. В этом случае необходим дополнительный выход из второй секции регенерации. После сепарации молоко нагревается до температуры гомогенизации, которая обычно составляет 65...66°C и полностью гомогенизируется.

Гомогенизаторы фирмы GEA Niro работают в соответствии с современными технологическими стандартами и оснащаются всем необходимым оборудованием для достижения наивысшей эффективности и гигиенических стандартов.

На рис. 16 показан гомогенизатор высокого давления фирмы GEA Niro Soavi серии "Ariete" для средних значений производительности до 15.000 л/ч.

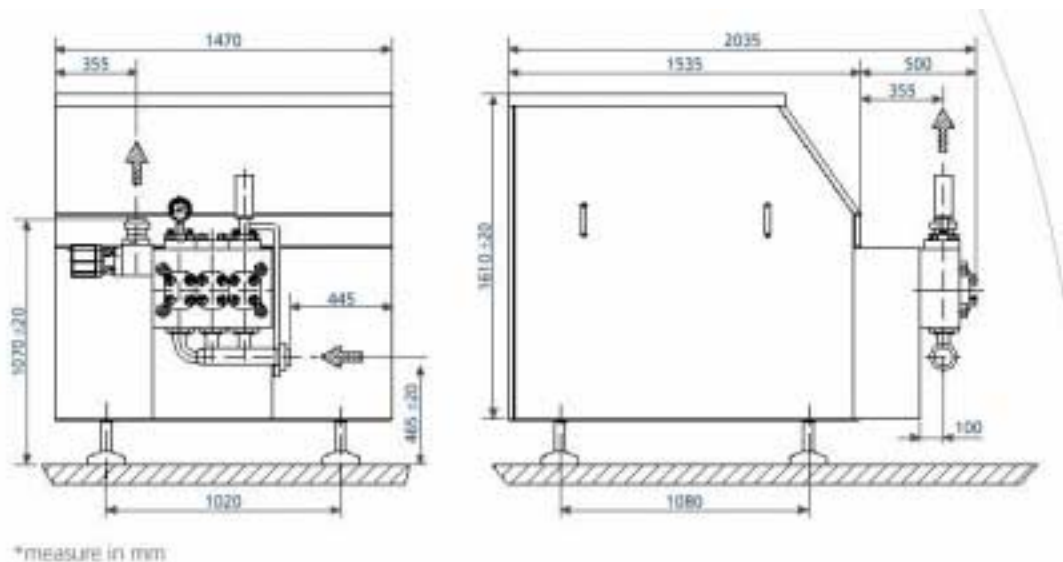


Рис. 16. Гомогенизатор фирмы GEA NIRO Soavi серии Ariete.

## 5. Применение молокоочистителей / машин для удаления бактерий.

### а) Очистка молока.

Хотя и молочный сепаратор в линии пастеризации обладает некоторым эффектом очистки молока, главной задачей специальных молокоочистителей является удаление While the milk separator within the pasteurisation line also has some clarification effects the main aim of special milk clarifiers is the removal of  
грязи и соматических клеток из молока.

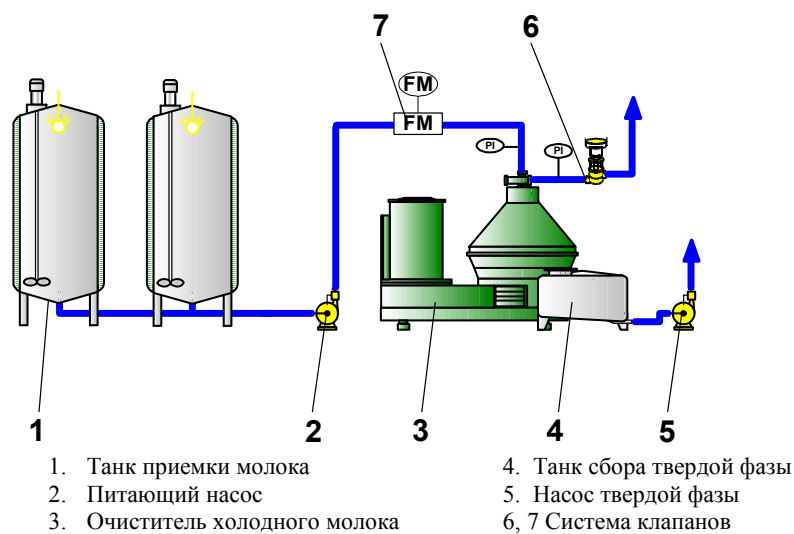
Включение молокоочистителей имеет смысл, если сырое молоко содержит большое количество грязи и соматических клеток. В отличие от сепараторов, барабан очистителя сконструирован как двухфазный сепаратор для удаления только твердой фазы. Поэтому эффективность очистки этих сепараторов намного выше и может достигать 95% в отношении соматических клеток, в сравнении с 50% для трехфазных сепараторов.

В технологии обработки молока возможна очистка холодного или горячего молока. Очистка холодного молока обычно проводится сразу после приемки молока при температуре 5-8 , max. 15°C, в то время как очистка горячего молока проводится в составе линии пастеризации после его нагрева до температуры около 50°C. Поэтому очиститель горячего молока может быть установлен

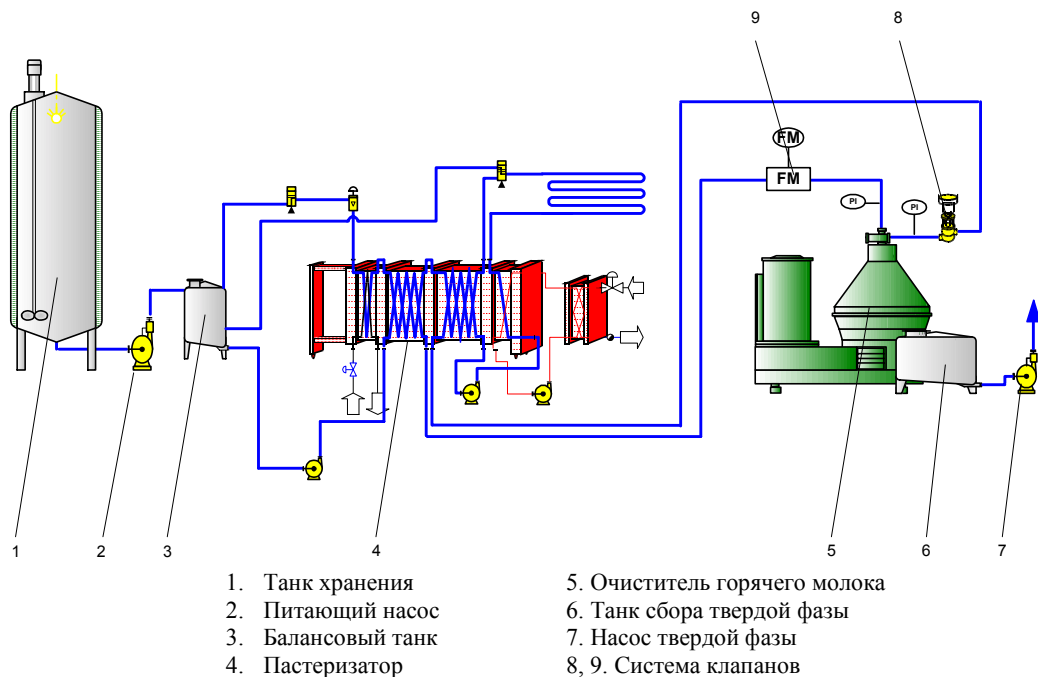


непосредственно перед молочным сепаратором. Необходимо избегать температуры 15 – 50°C, поскольку эти температуры благоприятны для роста бактерий, а также вследствие возможности повреждения структуры жировых шариков, что затрудняет процесс последующей обработки сливок. Вследствие лучших свойств и большей разности плотностей молока при более высоких температурах эффективность очистки горячего молока выше.

Фирма Westfalia Separator предлагает ряд молокоочистителей для холодного или горячего молока производительностью 5.000 – 75.000 л/ч. На рис. 17 показана типичная схема холодной очистки молока, а на рис. 18 – схема горячей очистки молока.



**Рис. 17. Очистка холодного молока.**



**Рис. 17. Очистка горячего молока.**

### с) Удаление бактерий из молока.

В то время как обычные двухфазные молокоочистители главным образом предназначены для отделения твердой фазы от молока, очистители от бактерий применяются в качестве средства улучшения качества молока с точки зрения срока хранения путем выделения из молока бактерий. Главной целью является максимально возможное снижение специфических микроорганизмов в молоке с помощью центрифугирования.

Можно перечислить следующие задачи:

- \* Дольше срок хранения
- \* Лучше вкус
- \* Меньше число клеток
- \* Меньше грязи
- \* Стандарты/ Спецификации / Требования

Применение центрифуг необходимо вследствие того факта, что некоторые формы бактерий являются термоустойчивыми и пастеризация молока не позволяет удовлетворить требованиям производства некоторых молочных продуктов, например, некоторых видов сыров, требующих низкотемпературной термообработки. Аэробные споры особенно влияют на снижение качества питьевого молока, в то время как анаэробные формы могут испортить продукт в случае низкотемпературной термообработки. Очистка от бактерий особенно важна в процессе обработки сыворотки при отделении концентрата сывороточных белков (WPC) от очищенной и отсепарированной сыворотки. Условия процесса WPC (продолжительность, оптимальная температура) требуют высокой степени очистки от бактерий, что может быть достигнуто только с применением сепараторов для удаления бактерий. Главными областями применения этого оборудования в молочной промышленности являются:

Сыр \* Товарное молоко \* Установки производства порошка молока низкотемпературной сушки \*  
Установки стерилизации молока УНТ \* Сыворотка \* Заводы производства культур (заквасок)

Размер бактерий и их плотность позволяют использовать центрифуги для их выделения из молока.

*Примеры плотностей различных видов бактерий:*

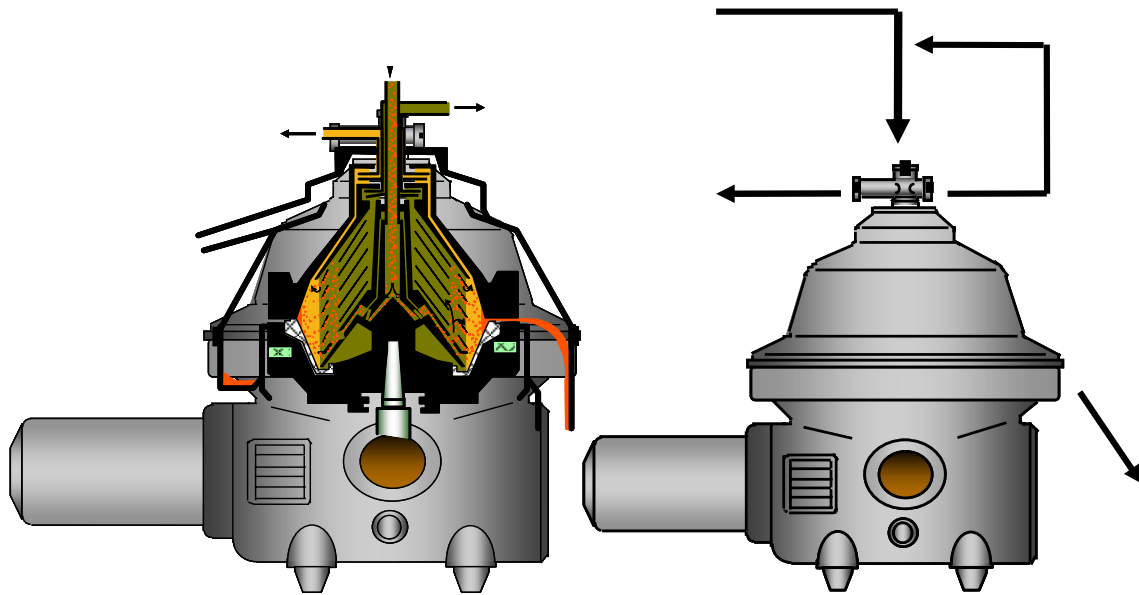
*Clostr. Tyrobutyricum - 1,132 г/см<sup>3</sup>,*

*Aerobic Spores - 1,1302 г/см<sup>3</sup>,*

*Vegetative Bacteria - 1,07 - 1,115 г/см<sup>3</sup>,*

В отличие от сепараторов-сливкоотделителей соотношение легкой и тяжелой фаз другое. Тяжелая фаза – концентрат бактерий – составляет около 3%, а количество легкой фазы - 97% (для сравнения количество легкой фазы – сливок – составляет 4,5% в случае сепарации горячего молока). Это означает, что соотношение и массовый баланс совершенно другие.

Принципиальная конструкция сепаратора для удаления бактерий фирмы Westfalia Separator показана на рис. 18.



**Рис. 18. Сепаратор для удаления бактерий фирмы Westfalia Separator**

С помощью системы мягкой подачи Soft Stream молоко при низком давлении (1 Бар) подается во вращающийся барабан очень плавно. Также при помощи системы Soft Stream исключается в принципе влияние на продукт вакуума и сдвиговых сил. Путем использования закрытого обменного диска молоко направляется к подъемным каналам и равномерно и управляемо распределяется в пакете тарелок. Бактерии либо напрямую выгружаются во время частичных или общих выгрузок из пространства накопления твердой фазы сепаратора, либо перемещаются вместе с потоком жидкостеносителя в пространство над разделительным диском. Эта часть концентрата бактерий выгружается центростремительным насосом под давлением также как очищенная жидкость. Выгрузка концентрата из пространства накопления твердой фазы управляется пистонными клапанами, гарантирующими быструю и точную работу.

Очистители от бактерий фирмы Westfalia Separator оснащаются патентованной системой циркуляции. В этом случае непрерывная фаза функционирует только как жидкость-носитель для бактерий. Целью является перемещение мельчайших бактерий в поле наивысших центробежных сил, чтобы увеличить эффективность сепарации. Поэтому жидкость-носитель циркулирует напрямую обратно в патрубок подачи центрифуги.

Количество циркулирующей жидкости составляет приблизительно 3 -5% от количества на подаче. Количество жидкости-носителя может регулироваться в зависимости от количества бактерий в сыром молоке. Основные преимущества и результаты приведены в табл. 6.

**Таблица 6. Преимущества и результаты очистки молока от бактерий в сепараторах фирмы Westfalia Separator.**

Преимущества	Результаты процесса
<i>Увеличение эффективности процесса вследствие направления внутреннего потока бактерий в зону действия максимальных центробежных сил.</i>	<i>Снижение аэробных спор: ...95%</i>
<i>Минимизация потерь продукта (&lt; 0,1 - 0,2 %)</i>	<i>Снижение анаэробных спор: 98...99,5%</i>
<i>Выше гибкость процесса (изменение параметров работы сепаратора в зависимости от содержания бактерий на входе)</i>	<i>Общее количество бактерий (TBC): 80...95%</i>
<i>Снижение затрат на термообработку концентрата бактерий</i>	
<i>Ниже производственные затраты</i>	

Ряд производительностей сепараторов для удаления бактерий фирмы Westfalia Separator приведен в табл. 7.

**Таблица 7. Сепараторы для удаления бактерий фирмы Westfalia Separator.**

Тип	CSE 45	CND 130	CNE 215	CSE 300	CSE 400	CSE 500
Эффективная производительность при очистке от бактерий, л/ч.	5.000	15.000	25.000	35.000	40.000	50.000

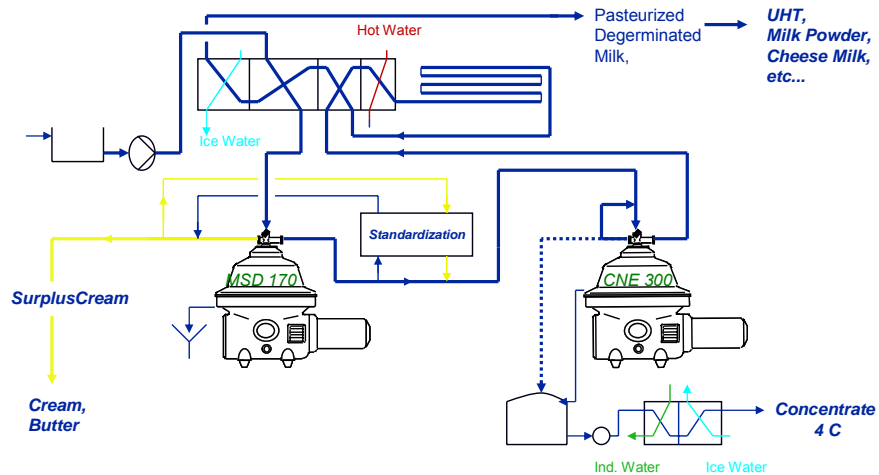
### **Версии процесса:**

Чаще всего при производстве питьевого или товарного молока сепаратор для удаления бактерий располагается после сепаратора-сливкоотделителя (см. Рис. 9 и 19). В этом случае очищается от бактерий обезжиренное молоко, а сливки обрабатываются отдельно (вследствие плотности бактерий легкая фаза – сливки – считаются условно чистыми). Другой возможностью является очистка от бактерий автоматически или вручную нормализованного по жиру молока. В такой компоновке также используется сепаратор-сливкоотделитель на предварительной стадии, а эффективность процесса улучшается.

Альтернативной компоновкой является установка сепаратора для удаления бактерий перед сепаратором-сливкоотделителем, т.е. для очистки цельного молока (см. Рис. 20). Такая установка иногда требуется для удаления бактерий при производстве некоторых видов сыров. В этом случае сливки также очищаются от бактерий. Недостатком такой компоновки является механическое воздействие на молоко и сливки до их сепарации, что может вызвать проблемы на следующей стадии сепарации.

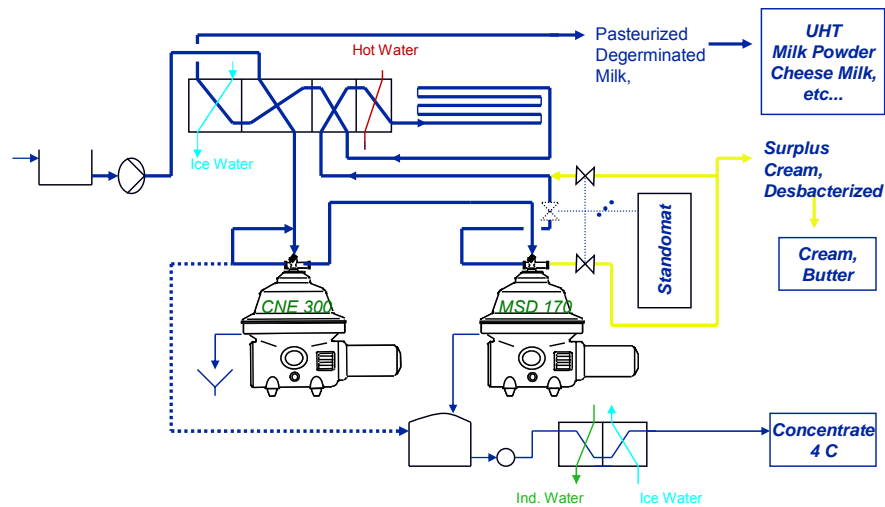
В обоих случаях рекомендуемая температура процесса эквивалентна температуре сепарации (50 ... 55°C). Сепарация холодного молока возможна, в то время как удаление бактерий из холодного молока – нет. При низких температурах практически нет разницы плотностей некоторых микроорганизмов и жидкости-носителя, поэтому эффективность процесса практически равна нулю.

**Альтернатива 1. Сепаратор – Нормализация – Удаление бактерий.**



**Рис. 19. Установка сепаратора для удаления бактерий после сепаратора-сливкоотделителя.**

**Альтернатива 2. Удаление бактерий - Сепаратор – Нормализация.**



**Рис. 20. Установка сепаратора для удаления бактерий перед сепаратором-сливкоотделителем.**

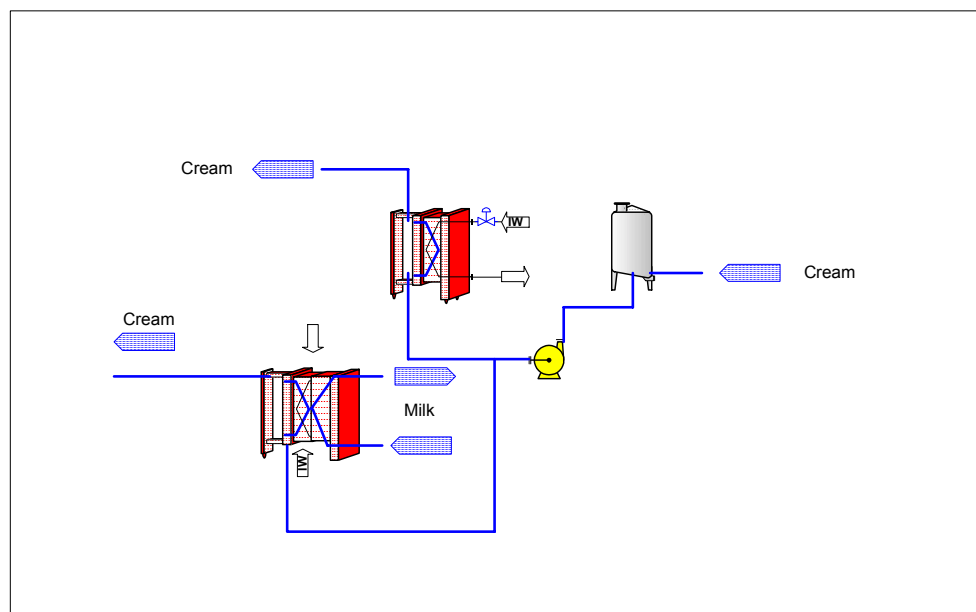
**4. Включение обработки сливок.**

Стандартный объем поставки линии пастеризации, описанный в разделе 1, начинается балансовым танком и заканчивается выходом пастеризованного продукта. Однако в большинстве случаев часть сливок смешивается с обезжиренным молоком для его нормализации по жиру, как в случае включения устройств нормализации молока. Количество сливок зависит от области применения и технологии. Излишек сливок выводится из процесса для дальнейшей обработки. Дальнейшая технология обработки сливок также зависит от области применения.

К рассмотрению должно быть принято, по крайней мере, охлаждение сливок. Простой охладитель сливок показан на рис. 6 (Поз. 10, 11). Охлаждение сливок может проводиться в простом одностадийном охладителе водой или, если требуется более низкая температура, в двухступенчатом

охладителе водой на первой ступени и ледяной водой – на второй. Система циркуляции ледяной воды должна рассматриваться очень тщательно, т.к. вязкость сливок при низкой температуре очень высока, что может привести к блокаде пакета пластин охладителя сливок.

Простая организация одно- и двухступенчатого охлаждения сливок показана на рис. 21.

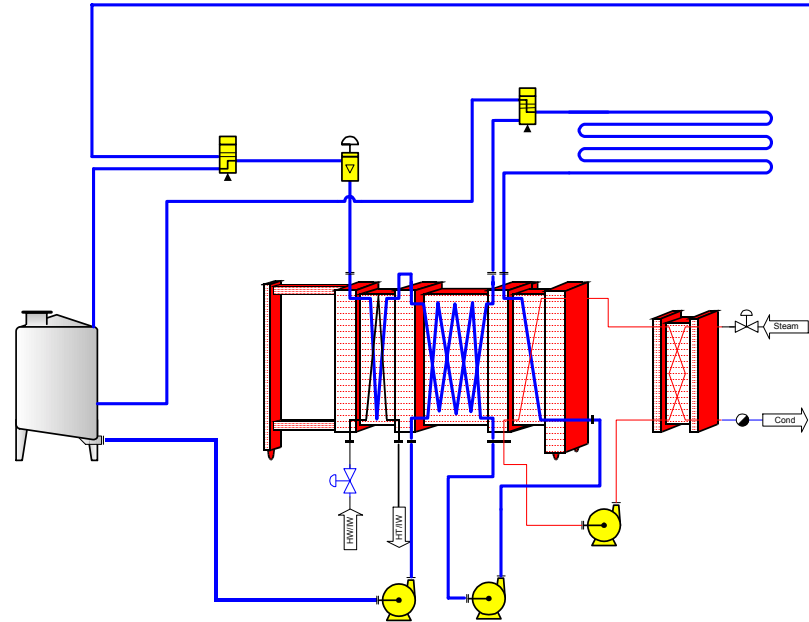


**Рис. 21. Охлаждение сливок.**

Другой возможностью обработки сливок является их пастеризация. Количество сливок зависит от жирности сырого молока и требуемой жирности сливок. При жирности сливок 40% максимальное количество сливок составляет около 10% производительности подачи линии пастеризации. Если жирность сливок падает, их общее количество соответственно возрастает. Производительность сливочного пастеризатора зависит от этого соотношения и лимитируется минимально допустимой концентрацией сливок. При концентрации сливок 40% и производительности линии пастеризации молока, например, 25.000 л/ч. сливочный пастеризатор должен иметь производительность, по крайней мере, 2.500 л/ч.

Обычно принципиальная схема линии пастеризации сливок подобна линии пастеризации молока за исключением шага нагрева до температуры сепарации, в котором нет необходимости. Если в установку должен быть включен гомогенизатор сливок, соответственно, пастеризатор должен обеспечивать их нагрев до температуры гомогенизации. Однако температуры процесса сливочного пастеризатора обычно выше, т.к. сливки пастеризуются при температурах 95°C , 105°C или даже выше 115°C.

Типичная установка пастеризации сливок показана на рис. 22.



**Рис. 22. Установка пастеризации сливок.**

По вышеописанному процессу мы можем только дать некоторые рекомендации.

В заключение мы должны подчеркнуть, что мы готовы в любое время обсуждать ваши технические и коммерческие вопросы.

Пожалуйста, обращайтесь к нам с запросами и комментариями по одному из следующих адресов:

Westfalia Separator Moscow  
Representative Office  
Mr. Nikolay Pashkin / Николай Пасхин,  
Mr. Maxim Zotov / Максим Зотов

Tel: ++7 095 787 20 05  
Fax: ++7 095 787 20 08  
Mail: [pashkin.wsmoscow@gea.ru](mailto:pashkin.wsmoscow@gea.ru)

Westfalia Separator Food Tec GmbH  
Dairy Division

Mr. Arnd Kulas / Арнд Кулас

Tel: ++49 2522 77 1664  
Fax: ++49 2522 77 2081  
Mail : [kulas.arnd@gea-westfalia.de](mailto:kulas.arnd@gea-westfalia.de)

Статья является предметом постоянного усовершенствования.

Оельде, Германия, Москва, Россия

Ноябрь, 2003 г.