

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
УЗБЕКИСТАНА  
ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ФАКУЛЬТЕТ «ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТ»  
КАФЕДРА «БИОТЕХНОЛОГИЯ»  
ПО ПРЕДМЕТУ «ОБОРУДОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ»

## **КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

Тема : «Расчет сепаратора при производстве  
диетической сметаны с витамином С»

ВЫПОЛНИЛ : Зокиров Хожиакбар.

ПРИНЯЛА: Артикова Раъно.

ТАШКЕНТ 2013

**КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ****По предмету «ОБОРУДОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»**Группа 41-09 студент Зокиров Х. Руководитель Артикова Р.**ЗАДАНИЕ**1. Тема «Расчет сепаратора при производстве диетической сметаны с витамином С»2. Исходные данные к проекту предыдущие разработки технологии и рецептуры; техническая документация производства сметаны3. Литература, пособия: учебные пособия, периодические издания по оборудованию пищевой промышленности, периодические издания по пищевой промышленности

4. Перечень графического материала:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

5. Содержание расчетно – пояснительной записки:

- 5.1. Технологический процесс производства сметаны
- 5.2. Принцип работы основного оборудования
- 5.3. Материальный расчёт и подбор оборудования в линию производства вареной колбасы
- 5.4. Расчет пароварочного котла
6. Дополнительные задание и показания

7. План выполнения курсого проекта

|   |   |   |   |  |        |
|---|---|---|---|--|--------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |  | Защита |
|   |   |   |   |  |        |
|   |   |   |   |  |        |

Руководитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ.

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 4  |
| 1. Принцип работы основного оборудования.....  | 8  |
| 2. Характеристика идентичных<br>оборудований.....                                    | 10 |
| 2.1. Характеристика и принцип работы сепаратора-<br>сливкоотделителя ОМА-М.....      | 10 |
| 2.2. Характеристика и принцип работы сепаратор-<br>сливкоотделитель СОМ -3-1000..... | 12 |
| 3. Выбор и расчет основного оборудования сепаратора –<br>сливкоотделителя.....       | 14 |
| 4. Характеристика сырья.....   | 26 |
| 5. Продуктовый расчет.....   | 32 |
| 6. Техническая безопасность.....   | 34 |
| 7. Заключение.....   | 36 |
| 8. Список использованной литературы.....   | 37 |

## Введение

Динамика развития молочной промышленности складывается под влиянием многих факторов, основными из которых являются объемы поставок молока-сырья, его качества, а также спрос на потребительском рынке на продукцию. Устойчивым спросом пользуются кисломолочные продукты.

Диетические лечебные свойства кисломолочных продуктов объясняются благотворным влиянием на организм человека микроорганизмов веществ образующихся биохимических процессов, которые протекают при сквашивании молока. Усвояемость сметаны выше усвояемости молока. Воздействие сметаны на секреторную деятельность желудка и кишечника способствует интенсивному выделению ферментов железами пищеварительного тракта. В результате это ускоряет пищеварительный процесс. Усвояемость сметаны увеличивается также в результате частичного распада белков на более простые вещества, в частности, аминокислоты.

В рационе питания населения страны растет доля молочной продукции со сложным сырьевым составом: с фруктово-ягодными наполнителями, злаковыми культурами, особенно витамином С . С каждым годом расширяется ассортимент кисломолочной продукции лечебного и профилактического назначения, в состав которой входят бифидобактерии.

Таким образом, производство кисломолочных продуктов является перспективным и быстроразвивающимся. Такие продукты должны быть включены в ежедневный рацион человека и, соответственно, в ассортимент каждого молочного предприятия. В связи с этим проектирование молочного предприятия решает проблему обеспечения Республики Узбекистана кисломолочными продуктами, что является задачей, актуальной и экономически целесообразной.

## Особенности технологии производства отдельных видов сметаны и сметанных продуктов

Для выработки сметаны и продуктов типа сметаны применяют следующее сырье: молоко заготавливаемое не ниже II сорта; молоко обезжиренное кислотностью не более 20 °Т; сливки из коровьего молока жирностью не более 35%, кислотностью не более 20 °Т; молоко обезжиренное и сливки сухие распылительной сушки высшего сорта; сливки пластические; пахту, получаемую при производстве сладкосливочного масла; масло коровье сладкосливочное несоленое; белок соевый изолированный; стабилизаторы консистенции; порошок сычужный или пепсин.

Смесь для выработки сметаны с использованием восстановленного сырья готовят в ванне-смесителе с обогреваемой рубашкой и мешалкой, обеспечивающей тщательное перемешивание компонентов.

При этом сырье загружают в ванну-смеситель в определенной последовательности. Сначала вносят жидкие компоненты (молоко цельное или обезжиренное, сливки).

Жидкие компоненты подогревают до температуры  $(45 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , затем добавляют сухие молочные компоненты, которые для лучшего растворения предварительно могут быть смешаны с частью теплого молока и сливок температурой  $(42 \pm 2) ^\circ\text{C}$ .

Сливочное масло или пластические сливки вводят в смесь в последнюю очередь и расплавляют в подогретых жидких компонентах или на специальном плавителе. При первом способе плавления монолиты сливочного масла или пластических сливок нарезают на куски массой не более 0,5 кг с помощью маслорезки, или иных приспособлений, затем вводят в смесь жидких компонентов при температуре  $(45 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .

При втором способе плавления монолиты сливочного масла или пластических сливок помещают на трубчатый плавитель с водяным обогревом при температуре греющей воды  $(55 \pm 5) ^\circ\text{C}$ . Расплавленный продукт поступает в ванну-смеситель.

Подготовленную смесь перемешивают в течение 10–15 мин мешалкой или циркуляционным насосом и одновременно подогревают до температуры гомогенизации 60–85 °С. Затем смесь, не прекращая перемешивать, фильтруют и направляют на гомогенизацию.

#### Витамин С.

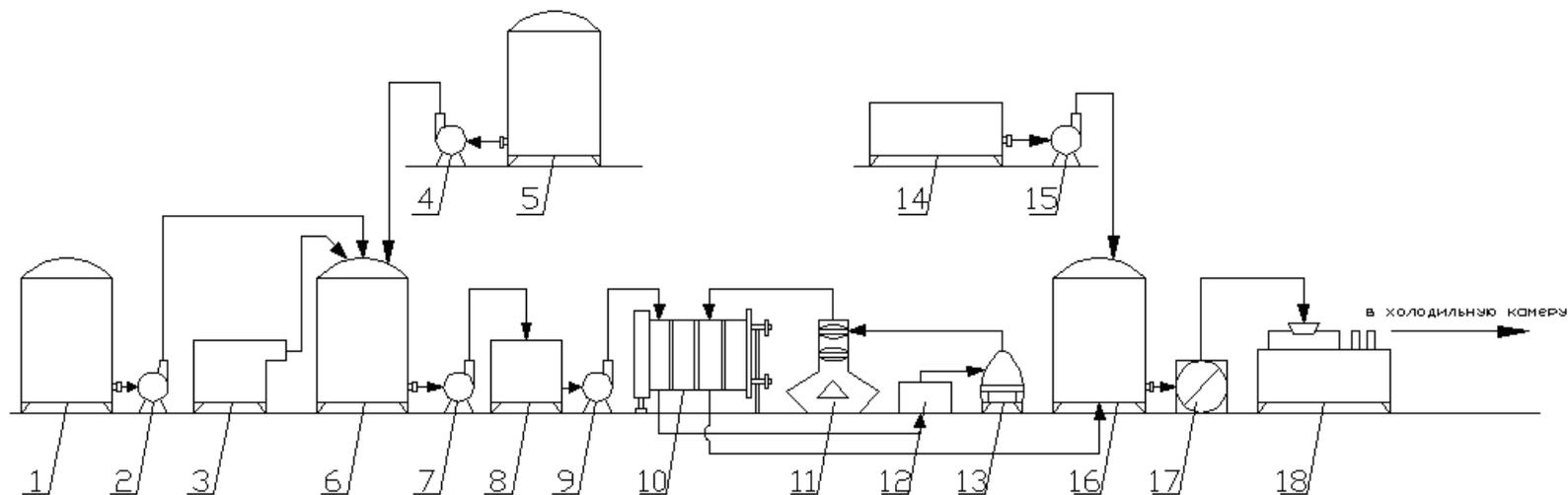
Аскорбиновая кислота является витамином, оказывает метаболическое действие, не образуется в организме человека, а поступает только с пищей. При несбалансированном и неполноценном питании человек испытывает дефицит в аскорбиновой кислоте.

Участвует в регулировании окислительно-восстановительных процессов, углеводного обмена, свертываемости крови, регенерации тканей; повышает устойчивость организма к инфекциям, уменьшает сосудистую проницаемость, снижает потребность в витаминах В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, А, Е, фолиевой кислоте, пантотеновой кислоте.

Участвует в метаболизме фенилаланина, тирозина, фолиевой кислоты, норэпинефрина, гистамина, железа, утилизации углеводов, синтезе липидов, протеинов, карнитина, иммунных реакциях, гидроксигировании серотонина, усиливает абсорбцию негеминового железа..

Активирует протеолитические ферменты, участвует в обмене ароматических аминокислот, пигментов и холестерина, способствует накоплению в печени гликогена. Улучшает желчеотделение, восстанавливает внешнесекреторную функцию поджелудочной железы и инкреторную - щитовидной.

Регулирует иммунологические реакции (активирует синтез антител, С<sub>3</sub>-компонента комплемента, интерферона), способствует фагоцитозу, повышает сопротивляемость организма инфекциям.



Технологическая схема производства диетической сметаны с витамином С

1-резервуар для молока; 2-насос; 3-маслорезка; 4-насос; 5-резервуар для сливок; 6-резервуар для нормализованной смеси; 7-насос; 8-уравнительный бак; 9-насос; 10-пластинчатая пастеризационно-охлажденная установка; 11-трубчатая пастеризационная установка; 12-фильтр; 13-гомогенизатор; 14-заквасочник; 15-насос; 16-резервуар для заквашивания; 17-насос; 18-расфасовочный аппарат

|         |         |      |      |  |   |       |      |
|---------|---------|------|------|--|---|-------|------|
| Исполн. | Провер. | Дата | Лист | Технологическая схема производства сметаны | № | Место | Дата |
|         |         |      |      |  |   |       |      |
|         |         |      |      |  |   |       |      |
|         |         |      |      |  |   |       |      |
|         |         |      |      |  |   |       |      |
|         |         |      |      |  |   |       |      |

## 1. Принцип работы основного оборудования.

**Сепаратор** — аппарат, производящий разделение продукта на фракции с разными характеристиками.

В процессе работы любого сепаратора не происходит изменения химического состава разделяемых веществ. Качества, отличающие продукты сепарации, не обязательно должны совпадать с признаками, по которым разделяют смесь в сепараторах. В работе сепаратора принимает участие множество отдельных мелких частиц, среди которых встречаются частицы с промежуточными свойствами по отношению к необходимым признакам. Из исходной смеси после промышленных сепараций не могут получиться абсолютно чистые фракции разделяемых компонентов, только продукты с преобладающим их содержанием.

### По способам сепарации

Сепараторы различных видов используют множество разнообразных способов сепарации, основанных на разнице в качественных характеристиках компонентов в смеси: в размерах твёрдых частиц, в их массах, в форме, плотности, коэффициентах трения, прочности, упругости, смачиваемости поверхности, магнитной восприимчивости, электропроводности, радиоактивности и других.

### По принципу действия

Сепараторы по принципу действия можно разделить на центробежные, центробежно-вихревые, центрифужные, пресси-шнековые, вибрационные и отстойные.

Центробежные сепараторы в свою очередь разделяются на саморазгружающиеся сепараторы, сопловые сепараторы и сепараторы со сплошной оболочкой барабана. Центробежные, центробежно-вихревые сепараторы работают на использовании силы самого потока воздуха (газов).

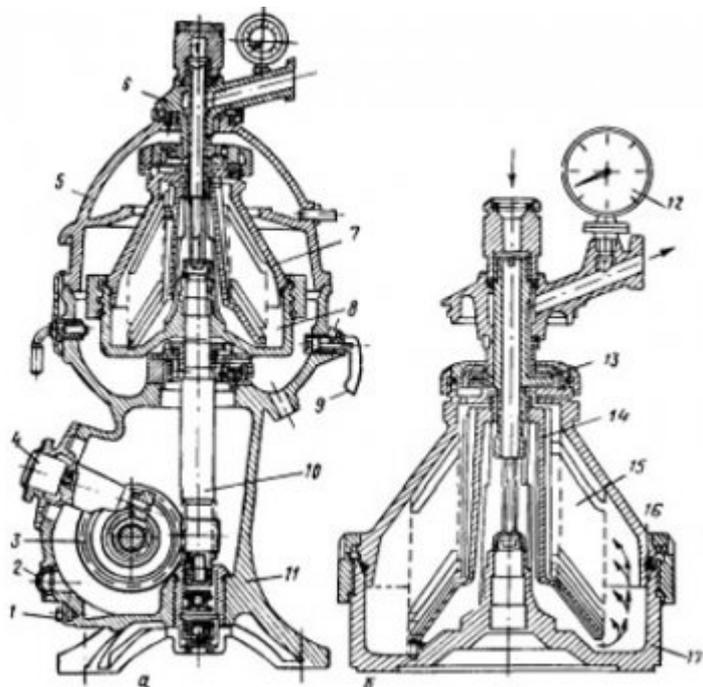
Сепарация осуществляется за счет действия сепарационного пакета, который направляет газожидкостный поток таким образом, что созданный вихревой эффект отбрасывает из среды газа на стенки сосуда капельную влагу и мех.примеси. Является самым эффективным методом очистки газа (воздуха) от влаги и мех. примесей без использования фильтрующих элементов. Центрифужные сепараторы работают все по принципу вращения барабана под большой центробежной силой, в тысячи раз больше силы тяжести. Сепарация и седиментация происходят непрерывно и быстро. Приводятся в действие при помощи электродвигателя двумя способами в современном виде: 1. Через муфту-вал червячного колеса-червяк-червячное колесо-вал барабана. Барабан монтируется на валу и вращается с более высокой скоростью чем муфта электродвигателя. 2. Через приводной плоский ремень соединяющую прямым образом муфту электродвигателя и муфту вала, на которую монтируется барабан сепаратора.

Сепарация в Прессо-шнековых сепараторах представляет собой процесс из просеивания, фильтрации и прессования. Шнек вращается в цилиндрическом сите. Сито может иметь размер ячеек от 0,1 до 1,0 мм. Первичное вещество подается в рабочую часть сепаратора. В сите из частичек, имеющих размер больший ячейки сита, создается фильтрующий слой, который задерживает более мелкие частицы в жидкости. Лопасты шнека продвигают твердые частицы к выпускному отверстию. Поверхность сита очищена и образуется новый фильтрующий слой. Лопасты шнека очищают сито при каждом вращении и продвигают твердые массы к выпускному отверстию. Где твердые массы под давлением шнека обезвоживаются и спрессовываются в твердое вещество. Давление в первой части сита низкое, но оно увеличивается по мере возрастания концентрации твердых веществ в выходящем продукте. Сила трения твердой заглушки в цилиндрическом раструбе и двойной заслонки регулятора выходного отверстия создает противодействие.

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ИДЕНТИЧНЫХ ОБОРУДОВАНИЙ

### 2.1 Сепаратор-сливкоотделитель ОМА-МЗ

Под действием центробежной силы, возникающей в быстровращающемся барабане, более тяжелая фракция молока — обрат — отбрасывается к периферии (к так называемому грязевому пространству), а более легкая — жировые шарики — всплывает к оси барабана.



#### Сепаратора-сливкоотделителя ОМА-МЗ

а-разрез сепаратора; б-разрез барабана: 1-пробка для спуска масла; 2-указатель уровня масла ; 3-горизонтальный вал; 4-тахометр; 5-крышка станины; 6-приемно-отводящее устройство; 7- барабан; 8-грязевое пространство; 9-рукоятка тормоза ; 10-вертикальная вал; 11- станины; 12-манометр; 13-лопасть диска отводящего устройства; 14- тарелкодержатель; 15-пакет тарелок; 16-уплотнительное резиновое кольцо; 17-корпус барабана.

В межтарелочном пространстве каждой пары тарелок образуются два противоположно направленных потока. Сливки по наружной поверхности тарелок движутся к тарелкодержателю, где, соединяясь в общий поток, они поднимаются вверх и выходят через отверстие с регулировочным винтом в отводной рожок сливок.

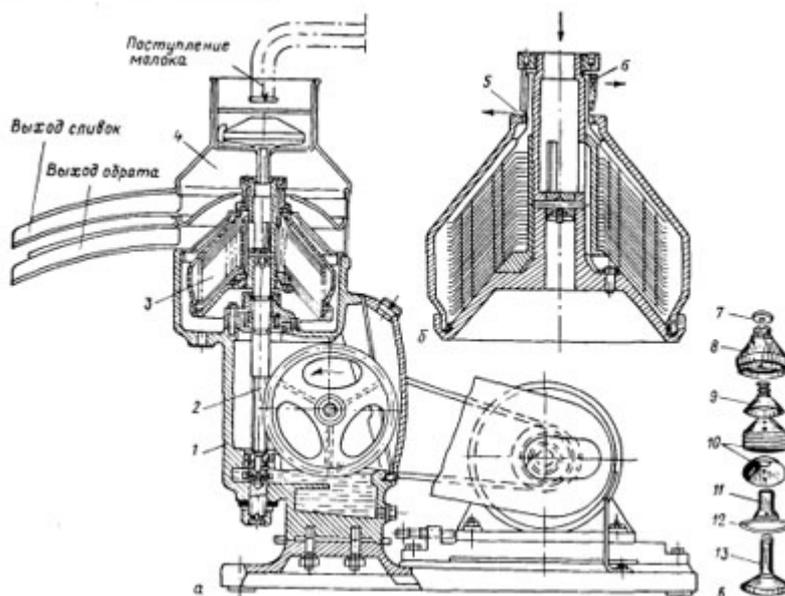
Механические примеси, имеющиеся в молоке, осаждаются на стенках грязевого пространства. Обрат же под напором постоянного притока молока поднимается по грязевому пространству вверх и через щели в нижней части

кожуха барабана выбрасывается в отводной рожок обрат. Пропускная способность сепаратора равна 0,28 кг/с. Угловая скорость барабана 850 рад/с. Число тарелок в пакете барабана  $52 \pm 4$ . Масса барабана в собранном виде 16,3 кг.

Мощность электродвигателя 1 кВт. Сепаратора-сливкоотделителя ОМА-3М. По конструктивному решению он отличается от сепаратора-сливкоотделителя в основном внутренним устройством барабана 7. Так, в целях увеличения грязевого пространства 8 уменьшен диаметр тарелок 15, которые не имеют отверстий. В пакете их девять. Верхняя разделительная тарелка в барабане-очистителе отсутствует. Поток неочищенного молока по молокопроводу поступает в центральную трубку тарелкодержателя 14, откуда по каналам он направляется в грязевое пространство. Под действием центробежной силы, возникающей при вращении барабана, выделяющиеся из молока механические примеси и слизь (кусочки эпителия, лейкоциты, набухший казеин) отбрасываются к внутренней поверхности корпуса 17 барабана. Очищенное молоко по межтарелочному пространству поднимается вверх, проходит через камеру диска напора и оттуда захваченное лопастями 13 (ребрами) диска через отводящее устройство подается в соответствующий молокопровод. Пропускная способность описанного сепаратора-сливкоотделителя равна 1,4 кг/с. Угловая скорость барабана 650 рад/с. Мощность электродвигателя 4,5 кВт.

## 2.2. Сепаратор-сливкоотделитель СОМ -3-1000

Использование центробежной силы при определенных условиях может обеспечить возможность быстрого получения сливок, а также очистки молока от посторонних механических примесей и нормализации его по жирности. Эти операции производят на машинах, называемых сепараторами.



Сепаратор-сливкоотделитель СОМ -3-1000:

а-разрез сепаратора; б-разрез барабана; в-детали барабана: 1- станины; 2- вертикальная вал; 3-- барабан; 4-молочная посуда; 5-выходная щель обрат; 6-регулирования винт сливок потока; 7-гайка; 8-крышка корпуса; 9- верхняя разделительная тарелка; 10-пакет тарелок; 11-тарелкодержатель ; 12-уплотнительное резиновое кольцо; 13- корпус барабана с центральной трубкой.

Молочные сепараторы делятся на сливкоотделители, очистители, нормализаторы и универсальные агрегаты. По конструктивным особенностям они могут быть открытыми, полужакрытыми и герметическими.

Конструкции открытых сепараторов наиболее просты. В них поступление молока и отвод продуктов сепарирования происходят при соприкосновении с окружающим воздухом. В процессе сепарирования отводимый продукт захватывает воздух, в результате чего образуется молочная пена, ухудшающая условия эксплуатации открытых сепараторов. Обычно они выпускаются с подачей до 0,3 кг/с. В полужакрытых сепараторах молоко

движется открытым потоком при доступе воздуха, а отвод продуктов осуществляется закрытым способом под действием давления, создаваемого барабаном сепаратора. Подача таких сепараторов достигает 0,5-1,0 кг/с.

Герметические сепараторы отличаются тем, что в них подача молока и отвод продуктов происходит под давлением без доступа воздуха. Такие сепараторы применяются в замкнутой системе охладительно-пастеризационных установок и на крупных предприятиях молочной промышленности. Их подача превышает 1 кг/с. Принципиальная схема работы молочного сепаратора показана на рис. 276. Сепаратор СОМ-3-1000, применяемый для разделения цельного молока на сливки и обрат (обезжиренное молоко). Он состоит из станины 1, приводного механизма, барабана 3 и молочной посуды 4. Станина представляет собой чугунную отливку, нижняя полость которой является масляным картером. По центру ее горловины размещен вертикальный вал с барабаном. На самой горловине над барабаном устанавливают молочную посуду.

### 3. ВЫБОР И РАСЧЕТ ОСНОВНОГО АППАРАТА

#### Сепаратор - сливкоотделитель

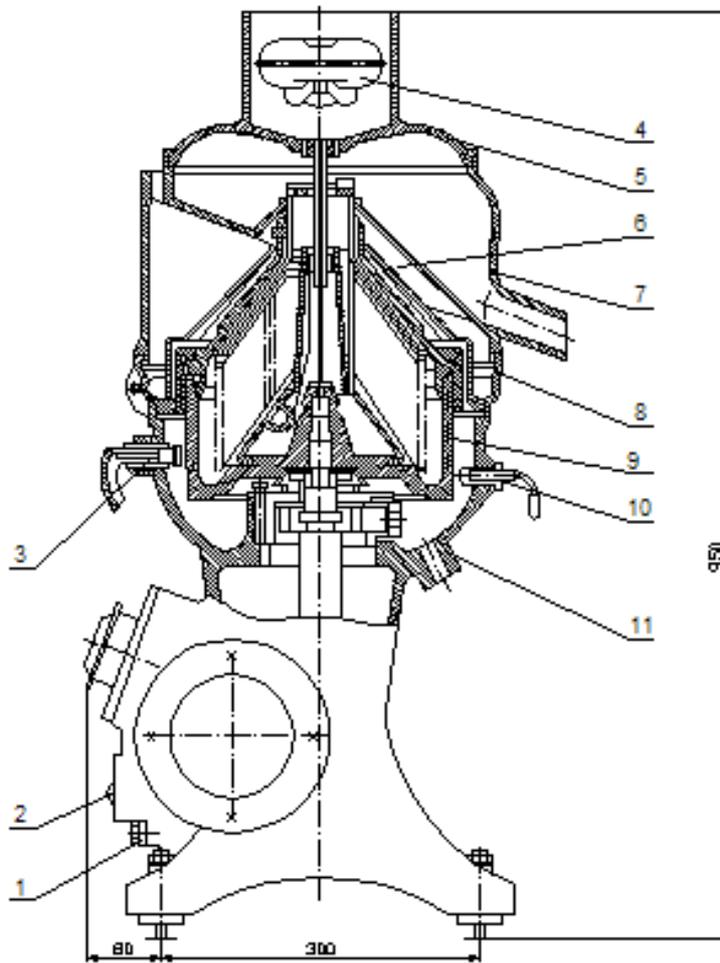
Принцип действия сепаратора-разделителя заключается в следующем. Исходная гетерогенная система по центральной трубке поступает в тарелкодержатель, откуда по каналам, образованным отверстиями в тарелках, поднимается вверх и растекается между тарелками. Под действием центробежной силы легкая фракция оседает на верхнюю поверхность нижележащей тарелки. По этой поверхности легкая фракция движется к центру барабана, далее по зазору между кромкой тарелки и тарелкодержателем поднимается вверх барабана и отводится из сепаратора.

Тяжелая фракция в межтарелочном пространстве оттесняется к нижней поверхности тарелки, фракция движется по этой поверхности к периферии тарелки, и далее по зазору междуразделительной тарелкой и крышкой барабана поднимается вверх барабана и отводится из сепаратора.

Молоко подается по трубопроводу и центральной трубке приемно-отводящего устройства во вращающееся сепарирующее устройство. В это время поршень сепарирующего устройства закрыт. В полости под поршнем находится вода. При работе сепаратора происходит незначительное ее вытекание из сепарирующего устройства и патрубка станины при подпитке. Для герметизации системы поршень поджимается к прокладке силой гидростатического давления. Молоко подается в сепарирующее устройство, проходит через отверстия в тарелкодержателе и вертикальные каналы пакета, распределяется в межтарелочных пространствах, разделяясь на сливки, оттесняемые к оси вращения, и обезжиренное молоко, оттесняемое к периферии сепарирующего устройства. Сливки и обезжиренное молоко выводятся через камеры напорных дисков.

Твердые частицы и тяжелые примеси, выделяющиеся из молока, поступают в периферийный объем сепарирующего устройства, где происходит их накопление и уплотнение. Во избежание потерь молока применяют только частичную выгрузку осадка при открытии каналов.

Разгрузку сепараторов осуществляют в один или два этапа. При одноэтапной разгрузке осадок выгружается без перекрытия устройства для подачи исходного продукта. Однако во избежание потерь продукта в период раскрытия сепарирующего устройства выгружается не весь осадок, а лишь его часть. При двухэтапной разгрузке сначала перекрывается устройство для подачи исходного продукта и удаляется жидкость из межтарелочного пространства, а затем уже открываются щели для выгрузки, в результате чего осадок выбрасывается из сепарирующего устройства в приемник под действием центробежной силы.

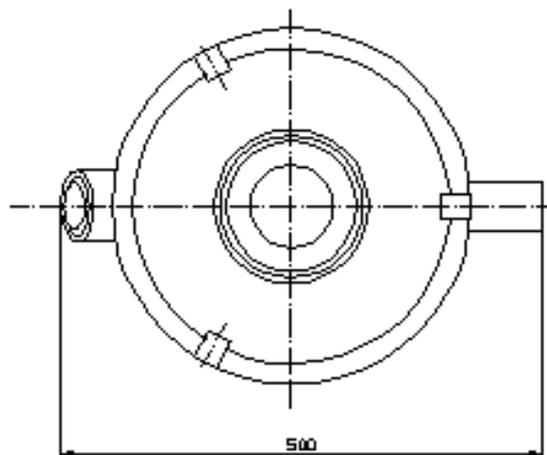


Технические характеристики

1. Аппарат предназначен для разделения сливок
2. Производительность по изолому продукту-2,5т/ч
3. Абсолютное давление в камере - 2,5МПа
4. Число оборотов барабана сепаратора-3000об/мин
5. Температура сливок на входе - 20 °С

Технические требования

1. Перед пуском необходимо проверить правильность сборки барабана
2. Включать сепаратор только после проверки уровня масла
3. Барабан сепаратора изготовить из стали 20ГН10Т



|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| №  |  | № |  |
| 1  |  |   |  |
| 2  |  |   |  |
| 3  |  |   |  |
| 4  |  |   |  |
| 5  |  |   |  |
| 6  |  |   |  |
| 7  |  |   |  |
| 8  |  |   |  |
| 9  |  |   |  |
| 10 |  |   |  |
| 11 |  |   |  |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| №  |  | № |  |
| 1  |  |   |  |
| 2  |  |   |  |
| 3  |  |   |  |
| 4  |  |   |  |
| 5  |  |   |  |
| 6  |  |   |  |
| 7  |  |   |  |
| 8  |  |   |  |
| 9  |  |   |  |
| 10 |  |   |  |
| 11 |  |   |  |

Сепаратор  
сливочный

### 3.1. РАСЧЕТ ОСНОВНОГО АППАРАТА

Сепаратор - сливкоотделитель

Производительность сепаратора  $P$ , м<sup>3</sup>/с,

$$P = 16,55 \cdot \eta \cdot n^2 \cdot z \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot (R_b^3 - R_m^3) \cdot d^2 \left[ (\rho_m - \rho_{жс}) / \mu \right] d_{жс}^2$$

где  $\eta$  – КПД сепаратора ( $\eta = 0,5 \dots 0,7$ );  $n$  – частота вращения ротора, с<sup>-1</sup>,

$z$  - количество тарелок;  $\alpha$  - угол наклона образующей конуса тарелки

( $\alpha = 45 \dots 60^\circ$ );  $R_b$  – большой радиус тарелки, м;  $R_m$  – меньший радиус тарелки;

$\rho_m$  - плотность дисперсионной среды (плазмы), кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{жс}$  - плотность дисперсионной фазы (жира), кг/м<sup>3</sup>;  $\mu$  - динамическая вязкость дисперсионной

среды Па·с:  $d$  - предельный диаметр жирового шарика, м;

Размер жировых шариков  $d$ , мм,

$$d = (m / 0,04) + 0,05 = (0,01 / 0,04) + 0,05 = 0,3 \text{ мм}$$

где  $m$  - массовая доля жира в обезжиренном молоке ( $m = 0,01 \%$ ).

Давление жидкости, выходящей из сепаратора  $p$ , Па,

$$p = \frac{\rho_{max}}{50000} (R\delta^2 - r_k^2) = \frac{1028,5}{50000} (0,32^2 - 0,2^2) = 0,00128 \text{ МПа}$$

где  $\rho_{max}$  - плотность обезжиренного молока (пахты), кг/м<sup>3</sup> ( $\rho_{max} = 1028,5 \text{ кг/м}^3$ );

$r_k$  - внутренний радиус кольца жидкости, м, ( $r_k = 0,2 \text{ м}$ ).

Время непрерывной работы сепаратора между разгрузками  $\tau$ , ч,

$$\tau = \frac{0,1 \cdot V}{P \cdot a}$$

$$\tau = \frac{0,1 \cdot 0,1029}{0,00568 \cdot 0,001} = 1811,6 \text{ с}$$

где  $a$  - объемная концентрация взвешенных частиц в сепарируемом продукте, %.

Критическая частота вращения вала  $\omega_{кр}$ , т. е. скорость, при которой происходит разрушение вала, с<sup>-1</sup>,

$$\omega_{кр} = \frac{1}{1-c} \sqrt{\frac{K}{m_\sigma}}$$

где  $K$  - сила, вызывающая прогиб вала на 1 м, Н/м, для сепаратора с жестко зацепленным (без амортизатора) верхним радиальным подшипником;

$$K = \frac{3EI}{c^2(c+l)}$$

$$K = \frac{3EI}{c^2(c+l)}$$

E - модуль упругости материала вала к Н/м<sup>2</sup> (E = 2·10<sup>11</sup> Н/м<sup>2</sup> для сталей);

I- момент инерции сечения верхкального вала, м ,

$$I = 0.05d_g^4$$

здесь  $d_g$  - диаметр вала, м ,  $d_g = 0,06$  м;

$$I = 0,05 \cdot 0,06^4 = 1,296 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4 ;$$

Мощность электродвигателя сепаратора  $N$ , работающего в установившемся режиме, кВт,

$$N = 1,2 \frac{N_1 + N_2 + N_3}{\eta_{np}}$$

где  $\eta_{np}$  - КПД привода ( $\eta_{np} = 0,92 \dots 0,95$ );  $N_1$  - мощность, затрачиваемая для сообщения

выбрасываемой из сепаратора жидкости избыточного давления, кВт,

$$N_1 = \frac{P \cdot p}{\eta_{н.д.} \cdot 1000}$$

здесь  $p$  - давление жидкости на выходе, Па;  $p = (2,0 \dots 2,5) \cdot 10^5$  Па;

$\eta_{н.д.}$  - КПД напорного диска ( $\eta_{н.д.} \sim 0,3$ );

$N_2$  - мощность, необходимая для преодоления сил трения барабана о воздух, кВт,

$$N_2 = 1,8 \cdot 10^{-6} \rho_g \cdot F \cdot v_g^3$$

здесь  $\rho_g$  - плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup> ( $\rho_g = 1,23$  кг/м<sup>3</sup>);

$F$  - общая площадь поверхности трения барабана, м<sup>2</sup>.

$$F \approx \frac{\pi(R_g^2 - R_m^2)}{\cos \alpha} + 0,4 \cdot 10^{-3} R_g \cdot z$$

здесь  $v_g$  - окружная скорость барабана, м/с,

$$v_g = \pi \cdot n \cdot R_g / 30$$

где  $N_3$  - мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения в подшипниках, кВт,

$$N_3 = 10^{-3} \cdot \mu \cdot G \cdot g \cdot v_u$$

здесь  $\mu$  - коэффициент трения ( $\mu=0,03$  для шарикоподшипников);

$v_u$  - линейная скорость вращения вала, м/с,

$$v_u = \pi n d_g / 60,$$

где  $d_g$  - диаметр вала, м.

### Обоснование выбора материалов для изготовления оборудования

Для изготовления сепараторов, емкостей, насосов и др. используются нержавеющие пищевые стали. Трубопроводы изготавливаются из стекла, пищевых пластмасс, пищевой резины. Причем все оборудование подвергается мойке холодной и горячей водой с добавлением щелочи и кислоты. Поэтому в дополнение к сказанному необходимо, чтобы материалы были коррозионно стойкими в этих растворах.

Основные детали сепаратора (корпус, крышка, основание, затяжные кольца-гайки) изготавливают из поковок или штамповок из нержавеющей стали. Затяжные кольца имеют левую резьбу, что исключает возможность их самоотвинчивания при вращении барабана по часовой стрелке. Листы для изготовления тарелок барабана должны иметь маркировку завода — поставщика металла. Торцевые уплотнительные кольца барабана должны быть изготовлены из упругих полимерных материалов, резиновые уплотнения барабана—из пищевой резины только формованием. Все уплотнения барабана (полимерные и резиновые) должны быть стойкими к дезинфицирующим и моющим растворам и обладать следующими свойствами: теплостойкостью не менее 80 °С; нетоксичностью и отсутствием постороннего запаха; стойкостью в 20%-ных растворах азотной

кислоты и едкого натра; работоспособностью в условиях давления 20—30 МПа.

### Прочностные расчеты

Расчет на прочность быстровращающейся обечайки барабана сепаратора

Одним из основных элементов конструкций сепараторов, центрифуг и другого оборудования являются цилиндрические или конические обечайки. В общем случае они находятся под совместным действием распределенных по поверхности инерционных нагрузок от собственной массы обечайки  $q_c$  и массы обрабатываемой среды  $P_c$ , краевых сил  $Q_c$  и момента  $M_0$ .

Нормальные напряжения, возникающие в быстровращающихся обечайках от действия указанных нагрузок с другими в узлах их сопряжения с другими деталями ротора по формулам:

$$\sigma_{m0} = \sigma_{m0}^P + \sigma_{m0}^{(Q0-Q)} + \sigma_{m0}^{M0}$$

$$\sigma_{t0} = \sigma_{t0}^P + \sigma_{t0}^{(Q0-Q)} + \sigma_{t0}^{M0}$$

а на участках обечайки, отстоящих от края – по формулам:

$$\frac{\sigma_m}{R_1} + \frac{\sigma_t}{R_2} = \frac{Pn}{S}$$

$$\sigma_m = \frac{Pn \cdot R_2}{2S} \quad \text{и т.д.}$$

Вычислить  $\omega_{кр}$  и проверить условие виброустойчивости ротора сепаратора.

Исходные данные: Вал закреплен на одной шарнирной и второй податливой опорах с коэффициентом жесткости  $C_2 = 2,6 \cdot 10^5$  н/м.

Моменты инерции барабана относительно осей Z и X соответственно:

$$Y_Z = 40,1 \text{ кг/м}^2; Y_X = 22 \text{ кг/м}^2; m = 240 \text{ кг}; \omega = 108 \text{ с}^{-1}.$$

Решение:

В связи со значительной податливостью опоры можно пренебречь податливостью вала и считать его абсолютно жестким. Тогда критическую скорость ротора можно определить по формуле:

$$\omega_{kp}^n = \sqrt{\frac{C_2 L^2}{Y_x + m(L_2^1)^2 - Y_z}} = \sqrt{\frac{2,6 \cdot 10^5 \cdot 0,45^2}{22 + 240(0,73)^2 - 40,1}} = 21,9 \text{ раз/с};$$

Таким образом  $\frac{\omega}{\omega_{kp}^n} = \frac{108}{219} \approx 5$ , что обеспечивает хорошее самоцентрирование

ротора в послерезонансной области.

Определить скорости цилиндра – конического ротора сепаратора и проверить прочность соединения обечаек ротора (барабана).

Исходные данные:

Внутренний диаметр барабана  $D = 2R = 640$  мм, длина цилиндрической обечайки  $l = 385$ . Угол при вершине конической обечайки  $2\alpha = 90^\circ$ , диаметр загрузочного отверстия  $D_0 = 0$ . Исполнительная толщина стенок цилиндрической и конической частей барабана  $S = S_k = 10$  мм (принимаем). Рабочая угловая скорость барабана  $\omega = 108 \text{ с}^{-1}$ . Плотность и температура обрабатываемой среды  $\rho_s = 1029 \text{ кг/м}^3$ ,  $t = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ . Материал барабана X18H10T,  $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$ . Коэффициент Пуассона  $\mu = 0,3$ . Прибавка к расчетной толщине стенки  $C = 1$  мм. Коэффициент прочности сварных швов  $\varphi = 0,9$ .

Решение:

Допускаемое напряжение материала ротора при рабочей температуре

$$[\sigma]_p = \eta \sigma_p^* = 152 \cdot 1 = 152 \text{ МПа, где } \eta = 1, \sigma_p^* = 152 \text{ МПа.}$$

Допускаемое напряжение в зоне краевого эффекта

$$[\sigma]_{p.kp} = \eta \sigma_p^* = 152 \cdot 1 = 152 \text{ МПа.}$$

Допускаемое напряжение в зоне краевого эффекта

$$[\sigma]_{p.kp} = 1,3[\sigma]_p = 1,3 \cdot 152 = 197,6 \text{ МПа.}$$

## Расчет толщины стенок обечаек

### 1. Расчет толщины стенки цилиндрической обечайки сепаратора.

Толщина стенки цилиндрической обечайки сепаратора определяют по формуле:

$$S = \rho_c \omega^2 R^3 \psi / [2(\varphi[\sigma]_p - \rho_m \cdot \omega^2 R^2)] + C + C_0 = 1029 \cdot 108^2 \cdot 0,32^3 \cdot 1 / [2(1 \cdot 152 - 7850 \cdot 108^2 \cdot 0,32^2)] + 0,001 + C_0 = 0,0013 + 0,001 = 0,0024 \text{ м}$$

Примем  $S_{ц} = 12 \text{ мм}$ .

### Расчет толщины стенки конической обечайки

Толщина стенки конической обечайки равна:

$$S_k = \rho_c \omega^2 R^3 \psi / [2(\varphi[\sigma]_p - \rho_m \cdot \omega^2 R^2) \cos \alpha] + C + C_0 = 1029 \cdot 108^2 \cdot 0,32^3 \cdot 1 / [2(0,9 \cdot 152 - 7850 \cdot 108^2 \cdot 0,32^2) \cdot 0,707] + 0,001 + C_0 = 0,002 + 0,001 = 0,003 \text{ м}$$

Примем  $S_k = 12 \text{ мм}$ .

Допускаемая угловая скорость цилиндрической обечайки, находим по формуле:

$$[\omega]_{ц} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{\varphi[\sigma]_p}{\rho_c R \psi / [2(S - C)] - \rho}} = \frac{1}{0,320} \cdot \sqrt{\frac{0,9 \cdot 152 \cdot 10^6}{1029 \cdot 0,32 \cdot 1 / [2(12 - 1) \cdot 10^{-3}] - 7850}} = 138,6 \text{ рад/с},$$

где  $\psi = 1 - (R_0/R)^2 = 1$  ( $R_0 = 0$ ).

Допускаемая угловая скорость конической оболочки, находим по формуле:

$$[\omega]_{к} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{\varphi[\sigma]_p}{\rho_c R \psi / [2(S_k - C) \cos \alpha] - \rho}} = \frac{1}{0,6} \cdot \sqrt{\frac{0,9 \cdot 152 \cdot 10^6}{1029 \cdot 0,32 \cdot 1 / [2(12 - 1) \cdot \cos 45^\circ \cdot 10^{-3}] - 7850}} = 101,34 \text{ рад/с},$$

Ротора цилиндро-конического:

$$[\omega]_{к} = \min \{[\omega]_{ц}; [\omega]_{к}\} = \min \{138,6; 101,34\} = 101,34 \text{ рад/с};$$

Уравнения совместимости деформаций для узла соединения цилиндрической и конической обечаек барабана (рис) с учетом направления:

$$\Delta_{pm}^u + \Delta_{pc}^u + \Delta_{m0}^u + \Delta_{Q0}^u = \Delta_{pm}^k + \Delta_{pc}^k + \Delta_{m0}^k + \Delta_{(Q0-Q)}^k - \Theta_{pm}^u - \Theta_{pc}^u - \Theta_{m0}^u + \Theta_{Q0}^u =$$

$$= \Theta_{pm}^k + \Theta_{pc}^k + \Theta_{m0}^k + \Theta_{(Q0-Q)}^k$$

где для края цилиндрической оболочки при  $S = 12$  мм.

$$\Delta_{pc}^u = \frac{\rho_c \omega^2 R^4}{2E(S-C)} \psi \left(1 - \mu \frac{\psi}{4}\right) = \frac{1029 \cdot 108^2 \cdot 0,32^4}{2E(0,012 - 0,001)} \cdot 1 \cdot \left(1 - 0,3 \frac{1}{4}\right) = \frac{52915 \cdot 10^6}{E} \text{ м};$$

$$\Delta_{pm}^u = \frac{\rho_m \omega^2 R^3}{E} = \frac{7850 \cdot 108^2 \cdot 0,32^3}{E} = \frac{3 \cdot 10^6}{E};$$

$$\beta = \frac{\sqrt[4]{3(1-\mu^2)}}{\sqrt{R(S-C)}} = \frac{\sqrt[4]{3(1-0,3^2)}}{\sqrt{0,32(0,012-0,001)}} = 21,66 \text{ м}^{-1};$$

$$\Delta_{Q0}^u = \frac{2\beta R^2}{E(S-C)} Q_0 = \frac{2 \cdot 21,66 \cdot 0,32^2}{E(0,012 - 0,001)} \cdot Q_0 = 403,27 \frac{Q_0}{E} \text{ м};$$

$$\Delta_{M0}^u = \frac{2\beta R^2}{E(S-C)} M_0 = \frac{2 \cdot 21,66 \cdot 0,32^2}{E(0,012 - 0,001)} \cdot Q_0 = 8734,8 \frac{M_0}{E} \text{ м};$$

$$\Theta_{pm}^u = \Theta_{pc}^u = 0;$$

$$\Theta_{Q0}^u = \frac{2\beta^2 R^2}{E(S-C)} Q_0 = \frac{2 \cdot 21,66^2 \cdot 0,32^2}{E(0,012 - 0,001)} \cdot Q_0 = 8734,8 \frac{Q_0}{E} \text{ рад};$$

$$\Theta_{M0}^u = \frac{4\beta^3 R^2}{E(S-C)} M_0 = \frac{4 \cdot 21,66^3 \cdot 0,32^2}{E(0,012 - 0,001)} \cdot M_0 = 378392,6 \frac{M_0}{E} \text{ рад},$$

для широкого края конической обечайки при  $S_k = S = 12$  мм,  $\alpha = 45^\circ$

$$\Delta_{pc}^k = \frac{\rho_c \omega^2 R^4}{2E(S-C) \cos \alpha} \psi = \frac{1029 \cdot 108^2 \cdot 0,32^4}{2E(0,018 - 0,001)} \cdot 1 = \frac{8,09 \cdot 10^6}{E};$$

$$\Delta_{pm}^k = \frac{\rho_m \omega^2 R^3}{E} = \frac{7850 \cdot 108^2 \cdot 0,32^3}{E} = \frac{3 \cdot 10^6}{E};$$

$$\beta = \frac{\sqrt[4]{3(1-\mu^2)}}{\sqrt{R(S_k - C) / \cos \alpha}} = \frac{\sqrt[4]{3(1-0,3^2)}}{\sqrt{0,32(0,012 - 0,001) / 0,707}} = 18,2 \text{ м}^{-1};$$

$$Q = \frac{\rho_c \omega^2 R^3}{8} \psi^2 \text{tg} \alpha = \frac{1029 \cdot 108^2 \cdot 0,32^3}{8} \cdot 1 \cdot 1 = 49161,2 \text{ н/м};$$

$$\Delta_{(Q_0-Q)}^{\kappa} = \frac{2\beta_{\kappa} R^2 (Q_0 - Q)}{E(S_{\kappa} - C)} = \frac{2 \cdot 18,2 \cdot 0,32^2 (Q_0 - Q)}{E(0,012 - 0,001)} = 338,85 \frac{Q_0 - Q}{E};$$

$$\Delta_{M_0}^{\kappa} = \frac{2\beta_{\kappa}^2 R^2}{E(S_{\kappa} - C) \cos \alpha} M_0 = \frac{2 \cdot 18,2^2 \cdot 0,32^2}{E(0,012 - 0,001) \cdot 0,707} \cdot M_0 = 8722,89 \frac{M_0}{E};$$

$$\Theta_{pc}^{\kappa} = \frac{\rho_c \omega^2 R^2 \cdot M_0}{2E(S_{\kappa} - C) \cos^2 \alpha} (1 + \psi) = \frac{1029 \cdot 108^2 \cdot 0,32^3 \cdot 0,707}{2E(0,012 - 0,001) \cdot 0,707^2} = \frac{50,5 \cdot 10^6}{E};$$

$$\Theta_{pm}^{\kappa} = \frac{(3 + \mu) \rho_m \omega^2 R^2}{E} = \frac{(3 + 0,3) \cdot 7850 \cdot 108^2 \cdot 0,32^2}{E} = \frac{30,94 \cdot 10^6}{E};$$

$$\Theta_{(Q_0-Q)}^{\kappa} = \frac{2\beta_{\kappa} R^2 (Q_0 - Q)}{E(S_{\kappa} - C) \cos \alpha} = \frac{2 \cdot 18,2^2 \cdot 0,32^2 (Q_0 - Q)}{E(0,012 - 0,001) \cdot 0,707} = 8722,9 \frac{Q_0 - Q}{E};$$

$$\Theta_{M_0}^{\kappa} = \frac{4\beta_{\kappa}^3 R^2}{E(S_{\kappa} - C) \cos^2 \alpha} M_0 = \frac{4 \cdot 18,2^3 \cdot 0,32^2}{E(0,012 - 0,001) \cdot 0,707^2} \cdot M_0 = 448963,9 \frac{M_0}{E};$$

Подставив найденные значения отдельных и угловых деформаций в систему уравнений и упростив, получим:

$$11,91M_0 + 1222,1Q_0 = 13,85 \cdot 10^6$$

$$827360,6M_0 + 11,91Q_0 = 347,36 \cdot 10^6$$

Отсюда: краевая сила  $Q_0 = 11301$  н/м; краевой момент  $M_0 = 518$  Н.

Нормальные напряжения на внутренней поверхности края цилиндрической обечайки с учетом формул и направления действия нагрузок:

- Меридианальное

$$\sigma_{m\kappa} = \sigma_{m\kappa}^{pm} + \sigma_{m\kappa}^{pc} + \sigma_{m\kappa}^{Q_0} + \sigma_{m\kappa}^{M_0} = 0 + 0 + \frac{\rho \omega^2 R^3}{8(S - C)} \psi^2 + \frac{6 - M_0}{(S - C)^2} = \frac{1029 \cdot 108^2 \cdot 0,32^3}{8(0,012 - 0,001)}.$$

$$1^2 + \frac{6 \cdot 518}{(0,012 - 0,001)^2} = 4469203,7 + 25685950,4 = 30,155 \cdot 10^6 \text{ Па} = 30,155 \text{ МПа}$$

- Кольцевое

$$\sigma_{ty} = \sigma_{ty}^{pm} + \sigma_{ty}^{pc} + \sigma_{ty}^{Q_0} + \sigma_{ty}^{M_0} = \rho_m \omega^2 R^2 + \frac{\rho_c \omega^2 R^3}{2(S-C)} \psi - \frac{2\beta R}{S-C} Q_0 + \frac{2\beta^2 R}{S-C} M_0 +$$

$$\frac{6\mu M_0}{(S-C)^2} = 7850 \cdot 108^2 \cdot 0,32^2 + \frac{1029 \cdot 108^2 \cdot 0,32^2}{2(0,012 - 0,001)} \cdot 1 - \frac{2 \cdot 21,66 \cdot 0,32}{(0,012 - 0,001)} \cdot 11301 +$$

$$+ \frac{2 \cdot 21,66^2 \cdot 0,32}{(0,012 - 0,001)^2} \cdot 518 + \frac{6 \cdot 0,3 \cdot 518}{(0,012 - 0,001)^2} = 1178518,86 + 17876814,76 -$$

$$- 14241725,67 + 14139496,77 + 7705785,12 = 26,66 \text{ МПа}$$

-Эквивалентное

$$\sigma_{\text{экв.ц}} = \max \{ \sigma_{\text{тц}}; \sigma_{\text{ц}} \} = \max \{ 30,155; 26,66 \} = 30,155 \text{ МПа.}$$

Так как  $\sigma_{\text{экв.ц}} < \varphi[\sigma]_{\text{р.кр}}(30,155 < 0,9 \cdot 197,6) = 177,84 \text{ МПа}$ , то

Условие прочности края цилиндрической обечайки выполняется.

Нормальные напряжения на внутренней поверхности края конической обечайки с учетом формул и направления действия нагрузок:

- Меридиальное

$$\sigma_{mk} = \sigma_{mk}^{pm} + \sigma_{mk}^{pc} + \sigma_{mk}^{Q_0-Q} + \sigma_{mk}^{M_0} = 0 + \frac{\rho_c \omega^2 R^3}{8(S_k - c) \cos \alpha} \psi^2 + \frac{(Q_0 - Q) \sin \alpha}{S_k - c} + \frac{6M_0 \mu}{(S_k - c)^2} =$$

$$\frac{1029 \cdot 108^2 \cdot 0,32^3}{8(0,012 - 0,001) \cdot 0,707} \cdot 1^2 + \frac{(11301 - 49161,2) \cdot 0,707}{(0,012 - 0,001)} + \frac{6 \cdot 518 \cdot 0,3}{(0,012 - 0,001)^2} =$$

$$= 19754259,6 - 2433378,3 + 7705785 = 25,06 \text{ МПа}$$

- Кольцевое

$$\sigma_{tk} = \sigma_{tk}^{pm} + \sigma_{tk}^{pc} + \sigma_{tk}^{Q_0-Q} + \sigma_{tk}^{M_0} = \rho_c \omega^2 R^2 + \frac{\rho_c \omega^2 R^3}{2(S_k - c) \cos \alpha} \psi + \frac{2\beta R(Q_0 - Q)}{S_k - c} +$$

$$\frac{2\beta^2 R M_0}{(S_k - c) \cos \alpha} + \frac{6M_0 \mu}{(S_k - c)^2} = 7850 \cdot 108^2 \cdot 0,32^2 + \frac{1029 \cdot 108^2 \cdot 0,32^3}{2(0,012 - 0,001) \cdot 0,707} \cdot 1 +$$

$$+ \frac{2 \cdot 18,2 \cdot 0,32(11301 - 49161,2)}{(0,012 - 0,001)} + \frac{2 \cdot 18,2^2 \cdot 0,32 \cdot 518}{(0,012 - 0,001) \cdot 0,707} + \frac{6 \cdot 518 \cdot 0,3}{(0,012 - 0,001)^2} = 1229031 +$$

$$+ 79017038,34 - 40090298,2 + 14120185,78 + 7705785,124 = 61,98 \text{ МПа}$$

Эквивалентное

$$\sigma_{\text{экв.к}} = \max \{ \sigma_{\text{тк}}; \sigma_{\text{тк}} \} = \max \{ 25,06; 61,98 \} = 61,98 \text{ МПа.}$$

Так как  $\sigma_{\text{экв.к}} < \varphi[\sigma]_{\text{р.кр}}(30,155 < 0,9 \cdot 197,6 < 177,84)$

$\sigma_{\text{экв.к}} < \varphi[\sigma]_{\text{р.кр}}(61,98 \text{ МПа} < 0,9 \cdot 197,6 < 177,84)$ , то условие прочности узла соединения цилиндрической и конической обечаек ротора выполняется.

#### 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНОГО СЫРЬЯ

Молоко – это биологическая жидкость, выделяемая молочной железой млекопитающих и предназначенная для поддержания жизни и роста новорожденного. Молоко синтезируется клетками эпителиальной ткани молочной железы из питательных веществ, поступающих в молочную железу с кровью.

С точки зрения коллоидной химии, молоко представляет собой полидисперсную систему. Дисперсные фазы молока находятся в ионно-молекулярном (минеральные соли, лактоза), коллоидном (белки, фосфат кальция) и грубодисперсном (жир) состоянии. Водная фаза молока является дисперсной средой (таблица 2.1).[11]

**Таблица 2.1 - Дисперсный состав молока**

| Компонент молока  | Размер молекулы или частицы, нм | Объем, занимаемый молекулой или частицей компонента, % |
|-------------------|---------------------------------|--|
| Вода              | 3                               | 90,10  |
| Жир               | 200-10000                       | 4,20   |
| Казеин            | 40-300                          | 2,30   |
| α - лактальбумин  | 5-20                            | 0,30   |
| β - лактоглобулин | 25-50                           | 0,08   |
| Молочный сахар    | 1,0-1,5                         | 3,02   |

Молоко состоит из воды и сухого остатка, включающего жир, фосфатиды, стеринны и другие азотистые вещества, белки, молочный сахар, минеральные соли, а также микроэлементы, газы, витамины, ферменты, гормоны.

**Вода.** Вода играет важную роль в биохимических процессах. Она является растворителем органических и неорганических веществ. В молоке содержится 87-88 % воды, которая находится как в свободном, так и в связанном состоянии. Свободная вода не связана с составляющими компонентами молока и легко удаляется при его сгущении, сушке или замораживании. При выработке молочных продуктов свободная вода участвует во всех биологических процессах. При 100°C она переходит в парообразное состояние.

Связанная вода-это вода, удерживаемая молекулярными силами компонентов молока (белками, фосфолипидами, полисахаридами), находящаяся в коллоидном состоянии.

В молоке содержится 2-3,5% связанной воды. Она замерзает при температуре ниже 0°C, не растворяет солей и сахаров, не удаляется при сушке, недоступна микроорганизмам.

Особую форму связанной воды представляет кристаллизационная вода, которая связана с лактозой.

**Сухие вещества.** Сухие вещества – это вещества, которые остаются в молоке после высушивания при 103-105°C до постоянной массы. Массовая доля сухих веществ в молоке составляет 12-13 % и зависит от его состава. В наибольшей степени на количество сухих веществ в молоке влияет содержание жира.

Массовая доля сухого обезжиренного остатка колеблется от 8 до 10%. В питательном отношении сухой остаток является самой ценной частью молока. Количество сухого обезжиренного остатка (СОМО) получают, вычитывая из количества сухих веществ процент жира. По величине (СОМО) судят о натуральности молока.

**Молочный жир.** В молоке жир находится в виде эмульсии или суспензии и имеет форму мелких шариков. Число и размер жировых шариков зависят от породы скота, периода лактации, корма и условий содержания. Диаметр жировых шариков колеблется от 0,5 до 10 мкм.

По химическому составу молочный жир представляет собой сложный эфир глицерина и жирных кислот. Из молочного жира выделено до 20 жирных кислот.

В молочном жире растворены витамины А, D, Е.

Кроме молочного жира в молоке находятся липоиды: фосфатиды и стерины. Основной из фосфатидов – лецитин – входит в состав оболочек жировых шариков. Фосфатиды содержат фосфор, необходимый для регулирования обмена веществ в организме. К стеринам относятся

холестерин и эргостерин, из последнего под действием ультрафиолетовых лучей образуется витамин D.

**Белки молока.** Количество белков в молоке колеблется от 3,05 до 3,85%. В их состав входит около 82% казеина, 12% альбумина, 6% глобулина. Их соотношение в молоке изменяется в зависимости от периода лактации, кормления животных и других факторов.

Казеин - белый аморфный порошок, без запаха и вкуса, плотностью 1,26-1,3 кг/м<sup>3</sup>. В молекулу его входит азот, углерод, кислород, сера и фосфор. В молоке казеин находится в виде растворимой кальциевой соли.

Под действием кислот, солей и ферментов казеин свертывается и выпадает в осадок, Коагуляцией казеина обусловлено свертывание молока под действием молочной кислоты, образующейся в результате молочнокислого брожения. При производстве сыров и творога казеин осаждают сычужным ферментом.

Казеин растворим в спирте и эфире, очень незначительно растворим в воде и хорошо растворим в растворах некоторых солей.

Альбумин находится в молоке в растворенном состоянии и выпадает в осадок при нагревании до 70°C. Выпавший в осадок альбумин денатурирует и вновь не растворяется.

В состав альбумина входят углерод, водород, азот, кислород и сера. В молекуле его нет фосфора. Для альбумина характерно большое содержание такой аминокислоты, как триптофан (около 7%), которую не содержит ни один белок.

Глобулин находится в молоке в растворенном состоянии. Он свертывается при нагревании до 72-75°C в слабокислой среде. По химическому составу глобулин близок к альбумину, в молекулу его входят углерод, водород, азот, кислород, сера.

Как альбумин, так и глобулин - белки плазмы крови. Они являются носителями иммунных свойств. Количество их увеличивается в молозиве.

**Молочный сахар.** Молочный сахар или лактоза, содержится только в молоке. Он менее сладкий, чем свекловичный сахар. В молоке лактоза находится в растворенном состоянии. Она является главным источником питания молочнокислых бактерий, которые сбраживают молочный сахар до образования молочной кислоты. Молочная кислота отщепляет от казеина кальций в результате чего последний выпадает в осадок. Этот процесс используют при производстве творога, простокваши, сметаны и других продуктов.

Длительное нагревание молока при высокой температуре (100°C и выше) приводит к изменению цвета, что обусловлено взаимодействием белков с молочным сахаром, и образованием меланоидиновых соединений.

**Минеральные соли.** В молоке содержатся (0,6-0,8%) соли кальция, магния, калия, железа, лимонной и фосфорной кислот. Они имеют большое значение в питании организма. При недостатке или избытке их нарушается коллоидная система, что вызывает выпадение белков в осадок.

**Микроэлементы.** Микроэлементы в молоке содержатся в очень малых количествах. К ним относятся медь, марганец, йод, алюминий, хром, цинк. Кобальт, мышьяк, титан, серебро, гелий и пр. Несмотря на их малое количество, роль микроэлементов в питании организма велика, так как при их отсутствии или недостатке нарушается нормальная жизнедеятельность организма. Происходит нарушение обмена белков, жиров, углеводов, витаминов, что приводит к развитию ряда заболеваний.

**Витамины.** Витамины участвуют в обмене веществ и являются катализаторами биохимических процессов. Отсутствие или недостаток витаминов в питании приводит к нарушению веществ в организме. В молоке содержатся витамины А, В<sub>2</sub>, В<sub>12</sub>, D, С, РР, фолиевая кислота, холин и пр.

*Витамин А* красно-желтого цвета, жирорастворимый, Витамин А образуется из каротина, находящегося в зеленых кормах, поэтому содержание его в молоке летом больше (0,01 – 0,05 %), чем зимой. Каротин и витамин А легко разрушаются кислородом воздуха, поэтому хранить и

нагревать молоко следует в закрытой системе без доступа воздуха. Витамин А необходим для обеспечения зрения, роста, а также нормального состояния кожных и слизистых покровов. Суточная потребность человека в витамине А 1-2 мг.

*Витамины группы В* водорастворимые. При переработке молока на творог и масло основная часть витамина В переходит в обезжиренное молоко, пахту и сыворотку. Витамин В стоек к нагреванию и сравнительно мало изменяется на воздухе, Он синтезируется с помощью молочнокислых бактерий. Поэтому его количество в кисломолочных продуктах больше, чем в молоке.

*Витамин В2* является фактором роста. Его отсутствие замедляет рост и вызывает заболевание глаз. Он находится в растворенном состоянии в сыворотке молока, окрашивая ее в зеленоватый цвет.

*Витамин В12* способствует образованию красных кровяных шариков. Его отсутствие приводит к малокровию. При нагревании этот витамин не разрушается.

*Витамин РР* входит в состав ферментов дегидраз, которые принимают участие в окислительно-восстановительных процессах организма. Он устойчив к действию высокой температуры, кислорода и света, Технологическая обработка молока не влияет на его количество.

*Витамин С* (аскорбиновая кислота) – водорастворимый. Это кристаллическое соединение, легко растворимое в воде, Витамин С быстро разрушается под воздействием солнечного света, кислорода воздуха, тяжелых металлов, при долгом хранении молока и при нагревании с доступом воздуха. Витамин С улучшает всасывание железа, способствует инактивированию токсинов.

*Витамин D* жирорастворимый. Он предохраняет организм от заболевания рахитом. Большая потребность в этом витамине у детей. Он устойчив к нагреванию и действию кислорода воздуха, начинает разрушаться при 150°С.

*Витамин E* жирорастворимый. Он устойчив к действию температуры, воздуха, света, кислот и щелочей. Он участвует в реакциях промежуточного обмена.

*Фолиевая кислота* водорастворимая. Ее недостаточность ведет к заболеваниям, связанным с нарушением процессов всасывания в кишечнике.

*Холин* – водорастворимый витамин. Недостаток его вызывает заболевание печени.

*Витамин H (биотин)* – тоже водорастворимый витамин. Он участвует в обмене веществ.

**Гормоны.** Гормоны – это биологически активные вещества, выделяемые в кровь и тканевую жидкость железами внутренней секреции и оказывающие регулирующее воздействие на функции организма, в том числе на образование и выделение молока. Гормоны поступают в молоко из крови в процессе его секреции.

**Пигменты.** Молоко содержит природные окрашенные вещества – пигменты, каротиноиды, хлорофилл, рибофлавин и др. Содержание пигментов в молоке зависит от времени года, кормового рациона, породы животных. Цвет молока (белый или желтоватый) зависит от содержания в нем пигментов.

**Газы.** Общее количество газов, растворенных в свежем молоке, составляет около 12,5 мг в 100 г молока. Газы попадают в молоко из крови, воздуха во время доения, перекачивания молока, транспортировки по трубопроводам и других видов механической обработки. От общего количества газов 50-70 % приходится на долю углекислого газа, около 10 % на долю кислорода и 30 %-азота. Иногда в свежесцеженном молоке содержится небольшое количество аммиака.

## 5. ПРОДУКТОВЫЙ РАСЧЕТ

### по производству 4 тонны сметаны в сутки

Для производства сметаны жирностью 10%

Норма расхода нормализованной смеси (кг) на 1 т сметаны:

$$P_{н.м.} = 1000 \cdot k,$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий потери сырья

$$k = 1 + \frac{Псл}{100}$$

Псл – потери сливок при производстве сметаны с учетом того, что сметана вырабатывается жирностью более 10%, %, Псл=(1,01+0,02)%

$$K=1+(1,01+0,02):100=1,0103$$

$$P_{н.м.}=1000 \cdot 1,0103=1010,3$$

Расход нормализованной смеси (кг) на весь выпуск готовой продукции:

$$M_{см}=M_{г.п.} \cdot P_{см}: 1000=800 \cdot 1010,3:1000=808,2$$

Масса закваски (кг) в нормализованной смеси:

$$M_{з.} = M_{н.см.} \cdot \frac{P_{з.}}{100}$$

где  $P_{з.}$  – количество закваски в каждой 100 кг заквашенной смеси (3–5 кг)

$$M_{з.}=808,2 \cdot 5:100=40,4$$

Масса нормализованных сливок (кг) в смеси:

$$M_{н.сл.}=M_{см}-M_{з.}=808,2-40,4=767,8$$

Жирность нормализованных сливок (%):

$$Ж_{н.сл.} = \frac{100 \cdot Ж_{г.п.} - P_{з.} \cdot Ж_{з.}}{100 - P_{з.}},$$

где  $Ж_{г.п.}$  – массовая доля жира в готовом продукте, %;

$Ж_{з.}$  – массовая доля жира в закваске, %

$$Ж_{н.сл.} = ((100 \cdot 15) - (5 \cdot 0,05)):100 - 5 = 15,79$$

Расход цельного молока по количеству нормализованных сливок и их жирности (кг):

$$P_{ц.м.} = \frac{1000 \cdot (Жн.сл. - Жоб.м.)}{(Жц.м. - Жоб.м.) \cdot (1 - 0,01 \cdot Пм)} \cdot Кн.сл.$$

$$Кн.сл. = 1 + (0,59 - 0,24) : 100 = 1,0035$$

$$P_{ц.м.} = 1000 \cdot (15,79 - 0,05) : (3,7 - 0,05) \cdot (1 - 0,01 \cdot 0,24) \cdot 1,0035 = 4339,3$$

Расход цельного молока на весь выпуск продукции (кг):

$$M_{ц.м.} = P_{ц.м.} \cdot M_{н.сл.} : 1000 = 4339,3 \cdot 767,8 : 1000 = 3331,7$$

Количество обезжиренного молока (кг), оставшегося от производства:

$$M_{об.м.} = (M_{ц.м.} - M_{н.сл.}) \cdot \frac{100 - П}{100}$$

$$M_{об.м.} = (3331,7 - 767,8) \cdot (100 - 0,4) : 100 = 2538,3$$

Вывод: для производства сметаны с массовой долей жира 10% в количестве 4000 кг необходимо молока цельного 16658,5 кг жирностью 3,7%, сливок 3839 кг жирностью 10,79% и закваски, приготовленной на обезжиренном молоке, 202 кг. От производства остается обезжиренное молоко в количестве 12691,5 кг.

## 6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Вводный инструктаж проводят со всеми вновь принимаемыми на работу, с временными работниками, командированными, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику.

Первичный инструктаж проводится на рабочем месте до начала производственной деятельности с работниками предприятия, непосредственно выполняющими работы на предприятии.

Повторный инструктаж проводят два раза в год со всеми рабочими в пределах своего рабочего места.

Внеплановый инструктаж проводят при введении новых стандартов, правил и инструкций, при нарушении работниками требований по охране труда, а также по решению работодателя и других случаях.

Оформляются инструктажи в специальных журналах.

Обучение руководителей производится один раз в три года, а специалистов и рабочих ежегодно. Проверка знаний осуществляется по графику, составленному специалистом по охране труда и утвержденному генеральным директором. На рабочих местах имеются инструкции по технике безопасности. Они разрабатываются начальниками участков, согласуются с инженером по охране труда и утверждаются заседанием профсоюзного комитета и генеральным директором предприятия.

Работники на предприятии полностью обеспечены необходимой спецодеждой, спецобувью, средствами индивидуальной защиты, а также необходимыми профилактическими средствами в соответствии с нормативной документацией. Например, респираторы для предохранения органов дыхания, беруши для шумоизоляции и другое.

Также в каждом цехе имеются специальные тетради где рабочие записывают свои предложения по улучшению условий труда. В дальнейшем все предложения рассматриваются руководством.

При возникновении на предприятии чрезвычайной ситуации работники оповещаются следующим образом: на проходную подаётся сигнал, работники проходной оповещают по телефонам руководителей, а руководители рабочих на местах.

На предприятии работники полностью обеспечены средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с нормативной документацией. Также действует приказ по обеспечению работников спецодеждой. Аптечки для возможности оказания первой медицинской

помощи пострадавшим от ЧС находятся в каждом цехе. Медицинская сестра каждый месяц их проверяет и дополняет при необходимости.

В случае ЧС для каждого работника предусмотрен противогаз, при необходимости размещение работников предприятия производится в подвальных помещениях.

Действующая инструкция по противопожарной безопасности содержит все необходимые правила и распорядки для предотвращения пожара на предприятии. Также инструкция описывает порядок действий при пожаре, меры первой (доврачебной) помощи при несчастных случаях.

На предприятии существуют все необходимые средства и приняты все возможные меры для предотвращения ЧС. На производстве рабочие ведут себя осторожно, выполняя все требования безопасности на рабочих местах.

## 7.ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методы выбор сепаратора-сливкоотделителя в зависимости от производительности молочных предприятий: фильтры или центробежные молокоочистители.

В промышленности стали широко использовать наиболее эффективную центробежную очистку с применением и бактериофуг. По конструкции напоминает сепаратор-сливкоотделитель, но имеет некоторые конструктивные отличия.

Наиболее эффективна очистка молока от механических примесей с помощью центробежных сепаратора-сливкоотделитель. Очистка молока под действием центробежной силы позволяет удалить из молока не только механические примеси, но и слизь, сгустки молока, эпителий, форменные элементы крови, которые как более тяжелые частицы отбрасываются к стенкам сепарирующего устройства и собираются в грязевом пространстве в виде плотного слоя.

В курсовой работе я выбрал выпускать 4 т. сметаны в сутки сравнение от других предприятие у меня будет высококачественный и долго хранивший диетическая сметана с витамином С, для этого мне необходимо молока цельного 16658,5 кг жирностью 3,7%, сливок 3839 кг жирностью 10,79% и закваски, приготовленной на обезжиренном молоке, 202 кг. От производства остается обезжиренное молоко в количестве 12691,5 кг.

## 8. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Временная инструкция по мойке и дезинфекции оборудования на предприятиях молочной промышленности»
2. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов.-3-е изд., перераб. и доп.-СПб.: ГИОРД, 2001.-320 с.: ил.
3. Костин Я.И. Путиповышения эффективности молочных продуктов. Молочная промышленность 1 , 1993
4. М.: Легкая и пищевая промышленность. – 1982. – 325 с.
5. Курочкин А.А., Ляшенко В.В. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства / Под редакцией Баутина В.М. – М.: Колос, 2001.- 440с.
6. Лукьянов А.В., Шкрабак В.С., Охрана труда. Москва; Агропромиздат 1991 г
7. М.: Агропром НИИТЭНММП. –1991.-136с.
8. Маркова.С. Технологические проблемы безотходного использования сырья в молочной промышленности. – М.: Агропромиздат.-1990 г.
9. Оленев Ю.А. комплексное использование молочного сырья / Молочная промышленность .- № 5.-1993.-28С.
10. Переработка и использование молочной сыворотки. Технологическая тетрадь.
11. Сергеев В.И. Молочная промышленность в период становления рыночных отношений. /Молочная промышленность.-М.:-1992.№6.-24с.
12. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.:
13. Степанова Л.И. Справочник технолога молочного производства.
14. Твердохлеб Г.В. Технология молока и молочных продуктов. – М.: Агропромиздат. –1991. –463с.
15. Теплухиба Е.А. Региональные проблемы производства и потребления молочных продуктов. Обзорная информация. –
16. Технология и рецептура. В трех томах. Т.1. Цельномолочные продукты-СПб: ГИОРД, 1999.-384с.

- 17.Ткаль Т.К. Технологический контроль на предприятия хмолочной промышленности. М: Агропромиздат, 1990
- 18.Ткаль Т.Н. Технологический контроль на предприятиях молочной промышленности. – М.: Агропрогмиздат. – 1990.-285с.
- 19.Трубицын В.А. Успех и бизнес – план./в.А. Трубицын ставрополь: ГПНТФ Ставрополье, 1997. – 174с
- 20.Харитоов В.Д., Шепелева Е.В. Приемка и первичная обработка молока. – М.: « Молочая промышленность». 1997.-54 с. Ил.
- 21.Храмцов А.Г. Молочная сыворотка - М: Агропромиздат, 1993
- 22.Храмцов А.Г. Промышленная переработка нежирного молочного сырья. Воронеж.- 1992.-192с.
- 23[http://bibliofond.ru/download\\_list.aspx?id=452130](http://bibliofond.ru/download_list.aspx?id=452130)
- 24<http://otherreferats.allbest.ru/manufacture/d00087383.html>