

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ**

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



А.А. Брусенцев

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ ОТРАСЛИ**

Учебно-методическое пособие



**Санкт-Петербург
2013**

УДК 637.1

Брусенцев А.А. Технологическое оборудование отрасли: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 50 с.

Представлены: рабочая программа дисциплины, методические указания к самостоятельной работе студентов, организация и план проведения практических занятий, лабораторные работы, порядок их выполнения и оформления для студентов специальности 240902 и бакалавров направления 240700.62 всех форм обучения, а также задания к контрольной работе для студентов заочного обучения и экстерната.

В конце пособия дан список рекомендуемой литературы.

Рецензент: кандидат техн. наук, доц. И.Е Радионова

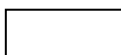
Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом Института холода и биотехнологий



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2013

© Брусенцев А.А., 2013



ВВЕДЕНИЕ

В конце 90-х годов и начале XXI века положение с производством продуктов питания стабилизировалось и наметился определенный рост их производства с целью насыщения рынка отечественными доброкачественными продуктами питания. Данный курс направлен на подготовку квалифицированных специалистов для производства пищевых продуктов с использованием биотехнологических процессов.

Будущим инженерам-технологам для производства продуктов питания с использованием биотехнологических процессов необходимы знания назначения устройства и принципов действия основного технологического оборудования, позволяющего рационально и комплексно использовать сырье в ресурсосберегающих технологиях при производстве продуктов лечебно-диетического назначения, содержащих биологически активные добавки и наполнители, выпуска продукции с длительным сроком годности, применения новейшего оборудования в области расфасовки и упаковки продуктов питания.

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов (СРС) – одна из главных составляющих комплекса, определяющего подготовку инженерных кадров.

Учебный процесс организуется в соответствии со следующими документами:

- государственным образовательным стандартом (ГОС);
- учебным планом;
- рабочей программой дисциплины;
- календарным планом.

В соответствии с указанными документами учебное время студентов должно составлять 9 ч в день, или 54 ч в неделю. Обязательные аудиторские занятия (лекции, лабораторные и практические занятия, выполнение курсовых и дипломных работ) не должны превышать 27 ч в неделю, а самостоятельная работа студентов, без преподавателя, во внеаудиторное время должна быть не менее 27 ч в неделю.

Данное учебно-методическое пособие направлено на оказание помощи студентам при самостоятельной работе по изучению дисциплины.

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины организуется самим студентом. При возникновении сложностей или неясных позиций студент обращается за помощью к преподавателю.

При самостоятельной работе студента по изучению дисциплины у него должна быть рабочая программа. В рабочей программе отражено содержание отдельных разделов изучаемой дисциплины, а также указан объем материала, который должен быть дан в лекциях и закреплен на практических и лабораторных занятиях. В конце пособия приведен список учебной литературы. Для лучшей организации самостоятельной работы и усвоения материала студенты должны пользоваться основной и дополнительной литературой. Для самостоятельного контроля усвоения материала в конце темы имеются вопросы, на которые студент должен ответить после изучения материала темы.

Количественной оценкой качества изучаемого студентом учебного материала являются рейтинговые баллы, определяемые педагогом, ведущим дисциплину. При рейтинговой оценке учитывается также регулярность самостоятельной работы студента при изучении дисциплины, что определяется опросом студентов в начале практических и лабораторных занятий.

При изучении дисциплины «Технологическое оборудование отрасли» студенты должны получить знания о назначении, устройстве и принципах работы основного технологического оборудования, условиях правильной эксплуатации, позволяющих продлить сроки его службы; характерных недостатках при эксплуатации оборудования; назначении планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания оборудования.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания данной дисциплины является приобретение знаний технологического оборудования для производст-

венно-технологической деятельности будущих специалистов в области пищевой биотехнологии.

В результате изучения данного курса студент должен знать:

- назначение основных видов технологического оборудования;
 - устройство и принцип действия оборудования;
 - основные недостатки при эксплуатации оборудования;
 - технические характеристики основного технологического оборудования;
 - условия правильной эксплуатации, позволяющие увеличить сроки службы оборудования;
- уметь:
- производить подбор и расчет технологического оборудования для технологических линий производства;
 - правильно эксплуатировать технологическое оборудование с соблюдением правил техники безопасности;
 - применять необходимое оборудование в организации технологических процессов производства;
 - производить санитарную обработку технологического оборудования.

Тема 1. Оборудование для транспортировки сырья и готовой продукции

Назначение, устройство и принцип выбора оборудования для транспортировки сырья, готовой продукции. Влияние устройства оборудования на сохранность сырья и готовой продукции. Основное оборудование для транспортировки сырья, готовой продукции, его технические характеристики. Правила эксплуатации и назначение планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания оборудования.

Тема 2. Оборудование для учета количества поступающего сырья

Устройство и технические характеристики оборудования для учета количества (по объему) сырья, поступающего в жидком виде. Объемные счетчики, индукционные расходомеры. Тензометрические устройства для учета количества сырья. Устройство и принцип дей-

ствия различного весового оборудования для учета количества сырья по массе. Назначение и периодичность государственной поверки оборудования для учета сырья по массе и по объему.

Самостоятельная работа студентов – 3 ч.

Проработка лекционного и изучение дополнительного материала по темам 1, 2 по литературным источникам [1–4].

Вопросы для самопроверки

1. Назначение и устройство оборудования для транспортировки сырья и готовой продукции.

2. Какие виды транспортировки Вы знаете?

3. Назовите оборудование для учета сырья, поступающего в жидком виде.

4. Какое оборудование для учета сырья, поступающего в твердом и сыпучем состоянии, Вы знаете?

5. Каковы правила эксплуатации и назначение планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания оборудования для транспортировки сырья?

6. Какие принципы использованы в работе объемных счетчиков, индукционных расходомеров, тензометрических устройств, весового оборудования для учета сырья и готовой продукции?

7. Назначение и периодичность государственной поверки оборудования для учета сырья и готовой продукции.

Тема 3. Оборудование для внутриваровской транспортировки сырья и готовой продукции

Назначение, устройство и принцип действия различных насосов: центробежных, винтовых, шестеренчатых, мембранных и плунжерных. Основные технические характеристики и правила эксплуатации насосов. Назначение, устройство и принцип действия различных транспортеров: цепных, пластинчатых, скребковых. Применение элеваторов, рольгангов. Основные технические характеристики данного оборудования.

Самостоятельная работа студентов – 3 ч.

Изучение материала по теме 3 – по конспекту лекций и литературным источникам [1–4].

Вопросы для самопроверки

1. Назначение, типы и устройство центробежных насосов.
2. Где используются винтовые и шестеренчатые насосы?
3. Как устроены винтовые насосы?
4. Как устроены шестеренчатые насосы?
5. Каково устройство насосов объемного действия (поршневых, мембранных, плунжерных)?
6. В каких случаях используются насосы объемного действия?
7. Какие виды транспортеров Вы знаете?
8. Устройство и назначение различных видов транспортеров.
9. В каких случаях используются элеваторы и рольганги?
10. Каковы правила эксплуатации и технические характеристики различных насосов?
11. Каковы основные правила эксплуатации различных транспортеров?

Тема 4. Емкостное технологическое оборудование

Емкостное оборудование для хранения сырья и готовой продукции. Изотермические резервуары, обычные резервуары, резервуары для осуществления биотехнологических процессов. Назначение, устройство и принцип действия, технические характеристики резервуаров. Перемешивающие устройства резервуаров. Приборы и средства контроля количества и качества сырья или продукта в резервуаре. Влияние конструктивных особенностей резервуаров на качество и сроки хранения сырья, полуфабрикатов и готовой продукции до упаковки.

Самостоятельная работа студентов – 3 ч.

Изучение материала по теме 4 – по конспекту лекций и литературным источникам [1–4].

Вопросы для самопроверки

1. Какие основные типы резервуаров используются в технологических процессах?
2. Каково устройство изотермических резервуаров?
3. Каково устройство резервуаров для биотехнологических процессов?
4. Какие типы перемешивающих устройств используются в резервуарах?

5. Каково устройство различных перемешивающих механизмов?
6. Какие приборы и средства контроля используются в резервуарах?
7. Каковы конструктивные особенности днищ резервуаров?
8. Как влияют конструктивные особенности резервуаров на качество сырья и готовой продукции при хранении?

Тема 5. Оборудование для очистки сырья и полуфабрикатов

Назначение и устройство различных фильтров, центрифуг, центробежных очистителей, магнитных улавливателей. Области применения данного вида оборудования, его технологические характеристики и правила эксплуатации.

Самостоятельная работа студентов – 3 ч.

Изучение материала по теме 5 – по конспекту лекций и литературным источникам [1–4].

Вопросы для самопроверки

1. Какие фильтры используются в технологических процессах и для чего?
2. Устройство и назначение различных видов центрифуг.
3. Устройство и назначение центробежных очистителей.
4. Устройство и назначение магнитных улавливателей.
5. Каковы технологические особенности и правила эксплуатации центрифуг и центробежных очистителей?
6. Как работают очистители с центробежной выгрузкой осадка и какие средства автоматизации используются при работе?

Тема 6. Оборудование для разделения жидкостей и дробления твердого сырья

Назначение, устройство и принцип действия различных сепараторов периодического и непрерывного действия. Технические характеристики сепараторов. Коллоидные мельницы, дробилки, мясорубки, волчки, куттеры. Назначение, устройство, принцип действия и технические характеристики данного оборудования.

Самостоятельная работа студентов – 3 ч.

Изучение материала по теме 6 – по конспекту лекций и литературным источникам [1–4].

Вопросы для самопроверки

1. Какие сепараторы, классифицируемые по способу подачи продукта и отвода разделенных фаз, Вы знаете?
2. Устройство и принцип работы сепараторов периодического действия.
3. Устройство и принцип работы сепараторов непрерывного действия.
4. Как классифицируются сепараторы по их применению в технологических процессах для разделения фаз?
5. Назначение, устройство и принцип действия коллоидных мельниц.
6. Назначение, устройство и принцип работы различных дробилок.
7. Назначение, устройство и принцип действия мясорубок, волчков, куттеров.
8. Какие правила безопасности необходимо соблюдать при эксплуатации оборудования для разделения жидкостей, эмульсий и суспензий?
9. Правила безопасной эксплуатации оборудования для дробления сырья.

Тема 7. Оборудование для диспергирования жидких и низкопластичных сред

Назначение, устройство и принцип действия различных гомогенизаторов для жидких вязкопластичных сред. Применение данного оборудования в технологических операциях. Основные технические характеристики оборудования.

Самостоятельная работа студентов – 3 ч.

Изучение материала по теме 7 – по конспекту лекций и литературным источникам [1–4].

Вопросы для самопроверки

1. Какие типы гомогенизаторов используются в промышленности?
2. Какие типы диспергаторов применяются в промышленности?
3. Устройство и принцип действия клапанных гомогенизаторов.

4. Устройство и принцип действия гомогенизаторов для вязкопластичных сред.

5. Устройство и принцип работы различных диспергаторов.

Тема 8. Оборудование для тепловой обработки жидких, вязкопластичных и твердых сред

Назначение, устройство и принцип действия пластинчатых пастеризационных установок, трубчатых установок, роторных скребковых теплообменников, варочных котлов, жарочных печей. Устройство и принцип работы различных стерилизаторов: роторных, гидростатических, автоклавов, поточных стерилизаторов для жидких сред. Технические характеристики вышеуказанного оборудования и его применение в технологических линиях.

Самостоятельная работа студентов – 3 ч.

Изучение материала по теме 8 – по конспекту лекций и литературным источникам [1–4].

Вопросы для самопроверки

1. Какие установки для термической обработки сырья используются при производстве продуктов?

2. В каких случаях используются пластинчатые пастеризационно-охладительные установки?

3. Назначение, устройство и принцип работы пастеризационно-охладительных установок; назначение отдельных секций.

4. Назначение, устройство и принцип работы трубчатых пастеризаторов.

5. В каких случаях используются трубчатые пастеризаторы?

6. Что влияет на производительность пластинчатых и трубчатых пастеризационно-охладительных установок?

7. Назначение и устройство роторных скребковых теплообменников.

8. Назначение, устройство и принцип работы варочных котлов и жарочных печей.

9. Какие типы стерилизаторов используются в отрасли?

10. Назначение различных стерилизаторов, их устройство и принцип действия.

11. Каковы основные правила технической эксплуатации оборудования для тепловой обработки?

Тема 9. Оборудование для концентрирования сырья

Назначение, устройство и принцип действия вакуум-выпарных установок – циркуляционных и пленочных. Многокорпусные вакуум-выпарные установки. Ультрафильтрационные установки и установки обратного осмоса. Технические характеристики вышеуказанного оборудования и его применение в промышленности.

Самостоятельная работа студентов – 3 ч.

Изучение материала по теме 9 – по конспекту лекций и литературным источникам [1–4].

Вопросы для самопроверки

1. Какие типы вакуум-выпарных установок применяются в промышленности?
2. Каково назначение вакуум-выпарных установок?
3. Каковы устройство и правила эксплуатации циркуляционных и пленочных вакуум-выпарных установок?
4. Какие типы ультрафильтрационных установок и установок обратного осмоса Вы знаете; как они устроены?
5. Для чего используются ультрафильтрационные установки?
6. Для чего используются установки обратного осмоса?
7. Какие типы мембран используются в ультрафильтрационных установках; их характеристики?
8. Почему в многокорпусных вакуум-выпарных установках температура кипения разная? Каково ее распределение по корпусам?
9. Как создают вакуум в вакуум-выпарных установках?
10. Для чего используется конденсатор в системе вакуум-выпарной установки?

Тема 10. Оборудование для сушки продуктов

Назначение, устройство и принцип действия распылительных сушилок. Сушка в среде инертных тел. Сублимационные сушильные установки периодического, полунепрерывного и непрерывного действия. Техника безопасности при монтаже и эксплуатации технологического оборудования.

Самостоятельная работа студентов – 2 ч.

Изучение материала по теме 10 – по конспекту лекций и литературным источникам [1–4].

Вопросы для самопроверки

1. Какие типы сушилок Вы знаете?
2. Каково качество конечного продукта при использовании различных сушилок?
3. Как осуществляют распыление продукта в распылительных сушилках?
4. Как осуществляются подготовка и подача греющего воздуха в распылительных сушилках?
5. Что такое двухстадийная сушка, когда она применяется?
6. Что такое сушка в среде инертных тел?
7. Что такое сушка в псевдокипящем слое?
8. Назначение и устройство инфракрасных сушилок.
9. Как устроены распылительные сушилки?
10. Как устроена сушилка КПИ-350 для сушки казеина?
11. Устройство и принцип действия барабанной сушилки.
12. Что такое сублимационная сушка?
13. Как устроена сублимационная сушилка?
14. Какие типы сублимационных сушилок используются в промышленности, как они работают?

РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Преподаватель разделяет учебный материал по дисциплине на структурно-логические самостоятельные модули и устанавливает форму контроля усвоения учебного материала студентом.

Программой предусмотрено 17 часов лекций, 8 часов практических занятий и 9 часов лабораторных занятий.

Посещение и активная работа студентов на лекциях оценивается по шкале, представленной в табл. 1. За пропуск лекции без отчета о самостоятельном изучении материала снимается 2 балла.

За опоздание на лекцию, практическое и лабораторное занятие снимается 1 балл. Каждое из практических занятий оценивается в конце работы по шкале согласно таблице. При несвоевременной сдаче материала практического или лабораторного занятия снимается 1 балл.

Рейтинговая оценка знаний

Номер модуля	Содержание модуля	Контрольные мероприятия	Максимальное число баллов	Срок сдачи (недели)
1	Темы 1–3	Практическое занятие № 1	5	4
	Темы 4–6	Практическое занятие № 2	5	6
	Темы 7–8	Практическое занятие № 3	5	8
	Темы 9–10	Практическое занятие № 4 Тест № 1	5 5	10 5
2	Тема 2	Лабораторное занятие № 1	10	12
	Тема 7	Лабораторное занятие № 2	10	14
		Тест № 2	5	10
3	Тема 6	Лабораторное занятие № 3	10	16
		Тест № 3	5	15
	Итого		65	

Участие в научной работе и выступление на конференции оценивается 10 премиальными баллами, которые прибавляются к сумме баллов рейтинговых оценок за отдельные модули.

Студенты, набравшие за семестр 65 баллов и выше, получают зачет без дополнительного опроса.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практическое занятие является одной из главных составляющих учебного процесса, определяющих подготовку высококвалифицированного специалиста. На изучение курса «Технологическое оборудование отрасли» программой предусмотрено 8 ч практических занятий.

Целью практических занятий является закрепление теоретического материала и более глубокое изучение устройства и принципов работы технологического оборудования отрасли.

Организация практических занятий

На первом занятии преподаватель знакомит студентов с методикой проведения занятий, дает перечень тем, которые будут изучаться на практических занятиях, объясняет суть рейтинговой системы оценки знаний студентов, а также напоминает основную учебную литературу, необходимую для изучения материала практических занятий.

В начале практических занятий № 1–4 проводится 15-минутный опрос студентов по теоретическому разделу курса (рубежный контроль знаний). Вопросы для рубежного контроля знаний преподаватель выдает студентам на предшествующем занятии.

При опросе преподаватель требует от вызванного студента краткого изложения сути вопроса теоретического материала. Если студент затрудняется ответить на поставленный вопрос, преподаватель ставит ему в журнале неудовлетворительную оценку и вызывает другого студента. Ответивший на вопрос студент получает положительную оценку.

Полученные оценки преподаватель учитывает при рейтинговой оценке знаний студентов. Такой беглый опрос и рейтинговая оценка знаний студентов имеют следующие достоинства при изучении дисциплины:

1) заставляют студентов постоянно, в течение всего семестра, учить курс небольшими разделами, т. е. приучают их к самостоятельной работе при изучении курса, что в дальнейшем облегчает подготовку к зачету;

2) приучают студентов самостоятельно пользоваться научной, учебной и справочной литературой, что является одной из главных задач вуза;

3) активизируют работу студентов на практическом занятии с самого его начала;

4) полученные таким образом знания более глубоко закрепляются в памяти.

Каждое практическое занятие посвящено отдельной теме, которая излагается преподавателем в соответствии с планом занятия. Темы практических занятий и их планы приведены в настоящем учебно-методическом пособии. Преподаватель должен заинтересовать студентов в изучении материала темы. После теоретического изучения материала студенты приступают к практическому изучению материала под контролем преподавателя с использованием наглядных пособий.

При возникновении у студентов вопросов преподаватель дает разъяснения. В конце практического занятия преподаватель проводит краткий опрос студентов по теме занятия с целью проверки степени усвоения ими материала. Работу студентов на практических занятиях и степень усвоения материала преподаватель учитывает при рейтинговой оценке знаний по данной дисциплине.

План практических занятий

Практическое занятие № 1

Тема 1. Оборудование для транспортировки сырья и готовой продукции

Назначение, устройство и принцип выбора оборудования для транспортировки сырья, готовой продукции. Влияние устройства оборудования на сохранность сырья и готовой продукции. Основное оборудование для транспортировки сырья, готовой продукции, его технические характеристики. Правила эксплуатации и назначение планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания оборудования.

Тема 2. Оборудование для учета количества поступающего сырья

Устройство и технические характеристики оборудования для учета количества (по объему) сырья, поступающего в жидком виде. Объемные счетчики, индукционные расходомеры. Тензометрические устройства для учета количества сырья. Устройство и принцип действия различного весового оборудования для учета количества сырья по массе. Назначение и периодичность государственной поверки оборудования для учета сырья по массе и объему.

Тема 3. Оборудование для внутризаводской транспортировки сырья и готовой продукции

Назначение, устройство и принцип действия различных насосов: центробежных, винтовых, шестеренчатых, мембранных и плунжерных. Основные технические характеристики и правила эксплуатации насосов. Назначение, устройство и принцип действия различных транспортеров: цепных, пластинчатых, скребковых. Применение элеваторов, рольгангов. Основные технические характеристики данного оборудования.

Практическое занятие № 2

Тема 4. Емкостное технологическое оборудование

Емкостное оборудование для хранения сырья и готовой продукции. Изометрические резервуары, обычные резервуары, резервуары для осуществления биотехнологических процессов. Назначение, устройство и принцип действия, технические характеристики резервуаров. Перемешивающие устройства резервуаров. Приборы и средства контроля количества и качества сырья или продукта в резервуаре. Влияние конструктивных особенностей резервуаров на качество и сроки хранения сырья, полуфабрикатов и готовой продукции до упаковки.

Тема 5. Оборудование для очистки сырья и полуфабрикатов

Назначение и устройство различных фильтров, центрифуг, центробежных очистителей, магнитных улавливателей. Области применения данного вида оборудования, его технологические характеристики и правила эксплуатации.

Тема 6. Оборудование для разделения жидкостей и дробления твердого сырья

Назначение, устройство и принцип действия различных сепараторов периодического и непрерывного действия. Технические характеристики сепараторов. Коллоидные мельницы, дробилки, мясорубки, волчки, куттеры. Назначение, устройство, принцип действия и технические характеристики данного оборудования.

Практическое занятие № 3

Тема 7. Оборудование для диспергирования жидких и вязкопластичных сред

Назначение, устройство и принцип действия различных гомогенизаторов для жидких вязкопластичных сред. Применение данного

оборудования в технологических операциях. Основные технические характеристики оборудования.

Тема 8. Оборудование для тепловой обработки жидких, вязкопластичных и твердых сред

Назначение, устройство и принцип действия пластинчатых пастеризационных установок, трубчатых установок, роторных скребковых теплообменников, варочных котлов, жарочных печей. Устройство и принцип работы различных стерилизаторов: роторных, гидростатических, автоклавов, поточных стерилизаторов для жидких сред. Технические характеристики вышеуказанного оборудования и его применение в технологических линиях.

Практическое занятие № 4

Тема 9. Оборудование для концентрирования сырья

Назначение, устройство и принцип действия вакуум-выпарных установок: циркуляционных и пленочных. Многокорпусные вакуум-выпарные установки. Ультрафильтрационные установки и установки обратного осмоса. Технические характеристики вышеуказанного оборудования и его применение в промышленности.

Тема 10. Оборудование для сушки продуктов

Назначение, устройство и принцип действия распылительных сушилок. Сушка в среде инертных тел. Сублимационные сушильные установки периодического, полунепрерывного и непрерывного действия. Техника безопасности при монтаже и эксплуатации технологического оборудования.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Программой предусмотрено 9 часов лабораторных занятий.

В данном учебно-методическом пособии представлен порядок проведения и оформления лабораторных работ, закрепляющих у студентов теоретические знания по дисциплине «Технологическое оборудование отрасли».

Правила техники безопасности при работе в лаборатории

Студенты допускаются к работе в лаборатории только после ознакомления с правилами техники безопасности и получения инструктажа, что фиксируется в специальном журнале.

Лабораторные работы выполняются звеньями в составе 3–4 человек. Студенты должны заранее готовиться к занятию, используя рекомендованную литературу. Готовность студента к занятию проверяется преподавателем перед началом лабораторной работы. Студенты, не подготовившиеся к занятию, не допускаются к выполнению лабораторной работы и выполняют ее вне расписания, после повторной проверки готовности.

Отчет о проделанной работе представляется в конце занятия по форме, разработанной кафедрой. Итоги выполнения задания подводятся преподавателем на основе собеседования и анализа отчета.

При работе в лабораториях кафедры технологии молока и молочных продуктов необходимо соблюдать следующие правила.

1. Перед началом занятий необходимо надеть белые халаты и косынки или колпаки.

2. На рабочем месте не следует держать посторонних предметов. Сумки и портфели укладываются в специальный шкафчик.

3. Категорически запрещается пить воду из химической посуды.

4. Не включать и не выключать без разрешения преподавателя рубильники и приборы. Следить за состоянием изоляции проводов, электроарматуры и оборудования.

5. Нельзя пробовать на вкус реактивы.

6. Горячие и раскаленные предметы ставить только на асбестовую сетку или иную термостойкую прокладку.

7. Не прикасаться к крепким кислотам и щелочам, которые имеются в лаборатории

8. Не касаться вращающихся частей оборудования.

9. Горящие спиртовки, горелки должны находиться на расстоянии не менее 3 м от воспламеняющихся веществ (бензин, эфир, спирт и др.).

10. В случае воспламенения горючих жидкостей следует быстро погасить горелки, выключить электронагревательные приборы и принять меры к тушению пожара.

11. Окончив работу, надо привести в порядок рабочее место (протереть столы, убрать инструмент, посуду, поставить на место измерительные приборы и т. п.) и сдать его лаборанту кафедры.

Лабораторная работа № 1

Изучение работы счетчика-расходомера РМ-5-П

Цель работы:

- изучить устройство и принцип действия счетчика-расходомера РМ-5-П;
- определить точность его показаний.

Приборы: первичный преобразователь расхода, измерительный блок, электронное вычислительное устройство, линейка (рулетка).

Устройство и принцип действия счетчика-расходомера РМ-5-П

Счетчик-расходомер электромагнитный РМ-5-П предназначен для измерения объемного (массового) расхода и объема (массы) электропроводящих жидкостей в пищевой промышленности, а также для управления процессом дозирования этих жидкостей на промышленных предприятиях.

В качестве измеряемой среды можно использовать:

- молочные продукты (молоко, сливки, кисломолочные напитки, закваски, творожный сгусток, мягкий творог, сгущенное молоко, жидкие продукты питания на молочной основе);
- пиво, алкогольные напитки;
- негазированные безалкогольные напитки (соки, сиропы и т. д.);
- питьевую воду;
- растворы пищевых кислот и щелочей.

Счетчик-расходомер (рис. 1) состоит из первичного преобразователя расхода 1, измерительного блока 2 и вычислительного устройства 3, соединенных между собой линиями связи.

Принцип работы счетчика-расходомера основан на явлении электромагнитной индукции (рис. 2).

При прохождении электропроводящей жидкости через магнитное поле, в ней, как в движущемся проводнике, возникает электродвижущая сила (ЭДС), пропорциональная средней скорости жидкости.

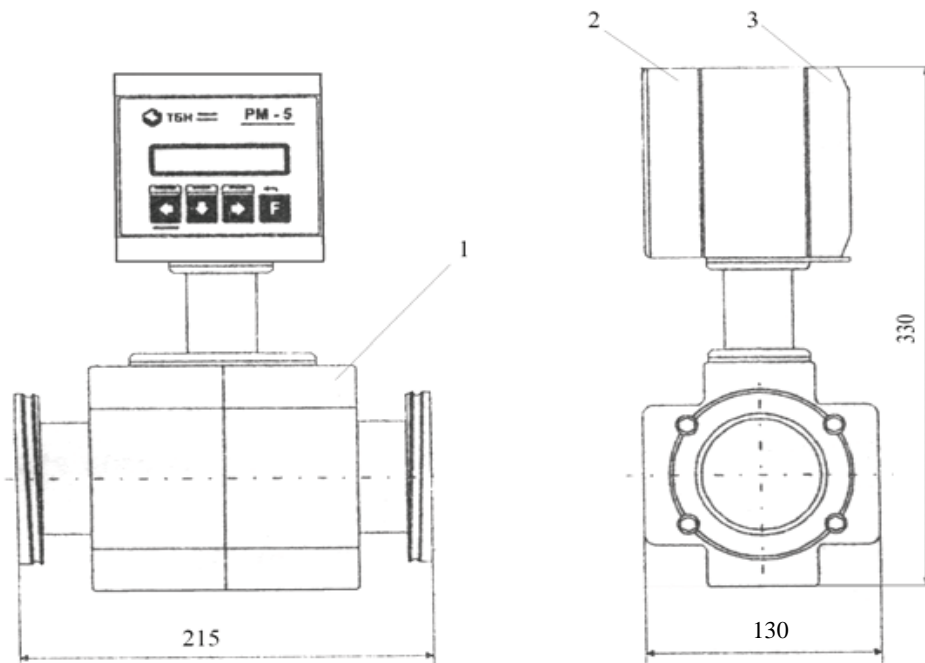


Рис. 1. Счетчик-расходомер для молока РМ-5-П:
 1 – первичный преобразователь расхода; 2 – измерительный блок;
 3 – вычислительное устройство

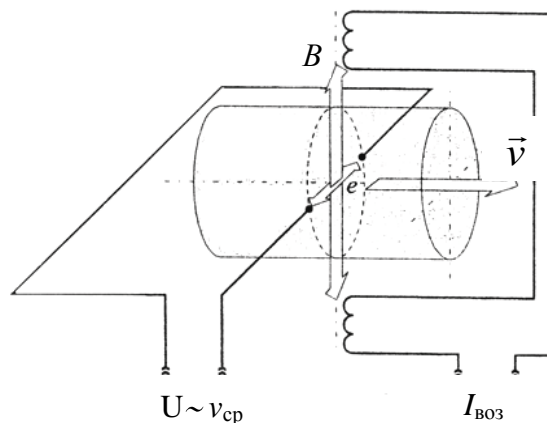


Рис. 2. Схема счетчика-расходомера РМ-5-П

Электродвижущая сила снимается двумя электродами, расположенными диаметрально противоположно в одном поперечном сечении трубы первичного преобразователя расхода заподлицо с ее внутренней поверхностью. Сигнал от преобразователя расхода экранированными проводами подается на вход измерительного блока, обеспечивающего его дальнейшую обработку.

Значение ЭДС не зависит от температуры, вязкости и проводимости жидкости.

Первичный преобразователь расхода практически не препятствует потоку жидкости.

Проточная часть преобразователя расхода выполнена из вакуумплотной керамики ВК 94-1. Материал электродов – сталь марки 12Х18Н10Т. Для уплотнения применяются кольцевые прокладки из резины, изготовленные на основе силоксановых каучуков.

Измерительный блок выполняет измерение, оцифровку и начальную обработку выходных сигналов первичного преобразователя расхода. Измерительная информация в цифровом виде передается на вычислительное устройство, которое осуществляет последующую обработку информации и архивирование результатов измерений и событий (ошибок, режимов работы, сообщений самодиагностики и пр.).

Счетчик-расходомер снабжен интерфейсом RS-485 для вывода результатов измерений и содержания архивов на принтер, модем, персональный компьютер или другие устройства, с помощью которых можно считывать текущие показания и накопленные данные или использовать их в измерительно-вычислительных системах и в системах управления.

Счетчик-расходомер представляет на алфавитно-цифровом дисплее следующую информацию:

- объем и массу измеряемой среды;
- время наработки счетчика-расходомера;
- текущую дату и время.

Техническая характеристика счетчика-расходомера РМ-5-П приведена ниже.

Минимальное значение пределов измерений объемного расхода, м ³ /ч	0,64
Максимальное значение пределов измерений объемного расхода, м ³ /ч	32
Условный диаметр прохода, мм	50
Мощность, потребляемая счетчиком-расходомером от сети, В·А	Не более 10
Измеряемая среда – жидкие пищевые продукты со следующими параметрами:	
– удельная электрическая проводимость, См/м	10 ⁻³ ... 10
– допустимый диапазон температур, °С	2 ... 150
– температура продуктов, содержащих белок, °С	2 ... 60
– давление, МПа	До 0,6

Методика проведения работы

1. Перед началом измерений следует включить счетчик-расходомер и произвести его прогрев в течение 20–30 мин.
2. Наполнить приемный бак водой до отметки, указанной преподавателем, и определить ее объем V .
3. Перевести счетчик-расходомер в состояние «СЧЕТ». При этом перед каждым измерением объема $V_{p.ж}$ необходимо сбрасывать величины предыдущего измерения.
4. Включить насос и по мере полного истечения воды из приемного бака снять показания счетчика.
5. Повторить аналогичные измерения три раза.
Результаты измерений записать в табл. 2.

Таблица 2

Результаты измерений

Объем воды в приемном баке, м ³			
Показания счетчика-расходомера, м ³			
Измерение № 1	Измерение № 2	Измерение № 3	Среднеарифметическое значение объема воды, прошедшей через счетчик, м ³

Обработка полученных данных

Точность показаний счетчика определяют по формуле

$$T = 100 - \frac{V_{p.ж}}{M} 100,$$

где T – точность показаний счетчиков, %; V – объем воды в приемном баке, м³; $V_{p.ж}$ – среднеарифметическое значение объема воды, прошедшей через счетчик, м³.

Вопросы для самопроверки

1. Разновидности устройств для учета молока.
2. Принцип работы счетчика-расходомера РМ-5-П.
3. Какую информацию выдает счетчик-расходомер РМ-5-П?

Лабораторная работа № 2

Изучение устройства и работы гомогенизатора

Цель работы:

- изучить устройство и принцип действия промышленного и лабораторного гомогенизаторов;
- определить геометрические и кинематические параметры лабораторного гомогенизатора;
- составить кинематическую схему лабораторного гомогенизатора;
- расчетным и экспериментальным путем определить технологические параметры работы лабораторного гомогенизатора.

Приборы и инструменты: манометр, секундомер, термометр, штангенциркуль, линейка (рулетка), мерная емкость.

Общие сведения

Гомогенизация применяется для раздробления жировой фазы (шариков), входящей в состав молока и жидких молочных продуктов, при этом жировой шарик обычного молока, имеющий диаметр до 18 мкм, уменьшается в размере в среднем до 1 мкм. Вследствие гомогенизации улучшается качество продукта, поскольку не происходит самопроизвольного отстаивания жира при его хранении. Консистенция продукта становится однородной, вследствие чего снижаются потери продукта на стенках тары, труб и аппаратов, увеличивается стойкость при его хранении. Кроме того, гомогенизированный продукт, имеющий мелкодисперсную жировую фазу, усваивается легче.

Кроме молока и сливок гомогенизации подвергаются смеси мороженого. Для обработки более вязких продуктов, таких как сливочное масло и плавленые сыры, применяют гомогенизаторы-пластификаторы.

Принцип действия гомогенизаторов различен и основан на использовании центробежных сил, ультразвука и др., однако для обработки жидких молочных продуктов более эффективными являются гомогенизаторы *клапанного* типа.

Сущность процесса гомогенизации заключается в следующем. Продукт с помощью плунжерного насоса (рис. 3) нагнетается в сторону гомогенизирующего клапана 1, прижатого к седлу 3 регулировочным винтом 4 и пружиной 5. При достижении высокого давления 5–25 МПа клапан 1 под напором молока отходит от седла 3, образуя узкую кольцевую щель. Жировые шарики, перемещаясь к ней, резко изменяют свою скорость движения, т. е. переходят из зоны относительно малых скоростей (в отверстии седла клапана) в зону высоких (в щели). Скорость движения потока увеличивается от нескольких метров в секунду до сотен метров в секунду. При этом каждый из шариков, попадая в щель вследствие резкого возрастания скорости, вытягивается в каплю эллипсоидной формы, а затем – в нить и дробится (отрывается) на отдельные более мелкие жировые частицы, размер которых зависит от давления. Затем продукт проходит через вторую ступень гомогенизатора, где гомогенизация происходит между седлом и клапаном 2. На второй ступени дробятся скопления жировых шариков.

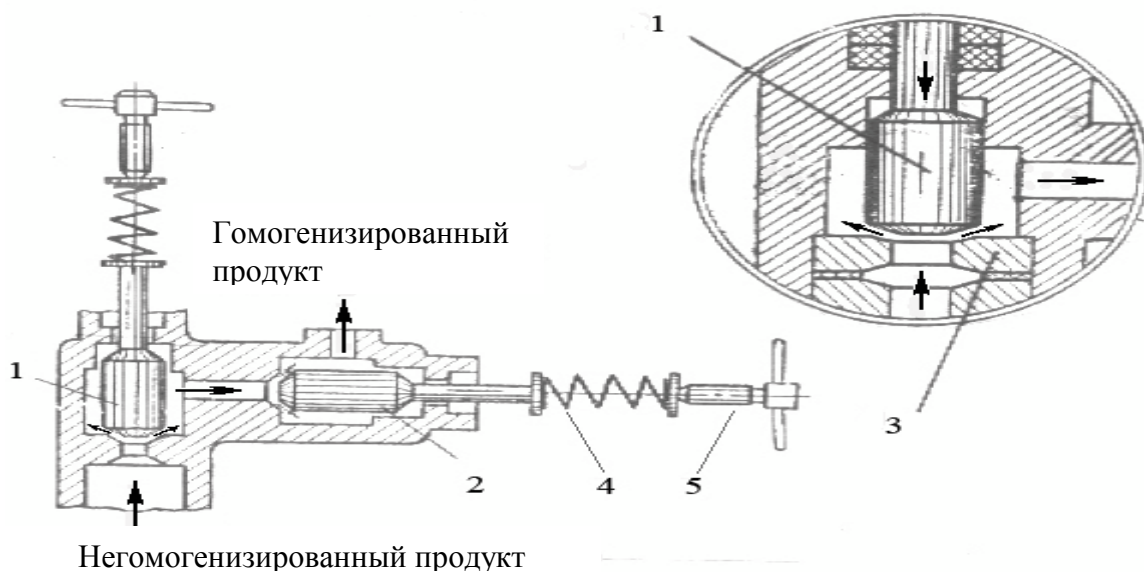


Рис. 3. Схема гомогенизирующего устройства для двухступенчатой гомогенизации:

1 – клапан первой ступени; 2 – клапан второй ступени; 3 – седло клапана;
4 – пружина; 5 – регулировочный винт

На качество гомогенизации также влияет температура молока, которая должна быть выше точки плавления молочного жира, т. е. более 28–36 °С, но не более 65 °С, так как при повышении температуры снижается вязкость молока и увеличивается отстаивание жира.

Для повышения эффективности процесса обычно используют двухступенчатую гомогенизацию.

Устройство и принцип действия промышленного гомогенизатора

Промышленный гомогенизатор (рис. 4) представляет собой многоплунжерный насос высокого давления с гомогенизирующей головкой 5.

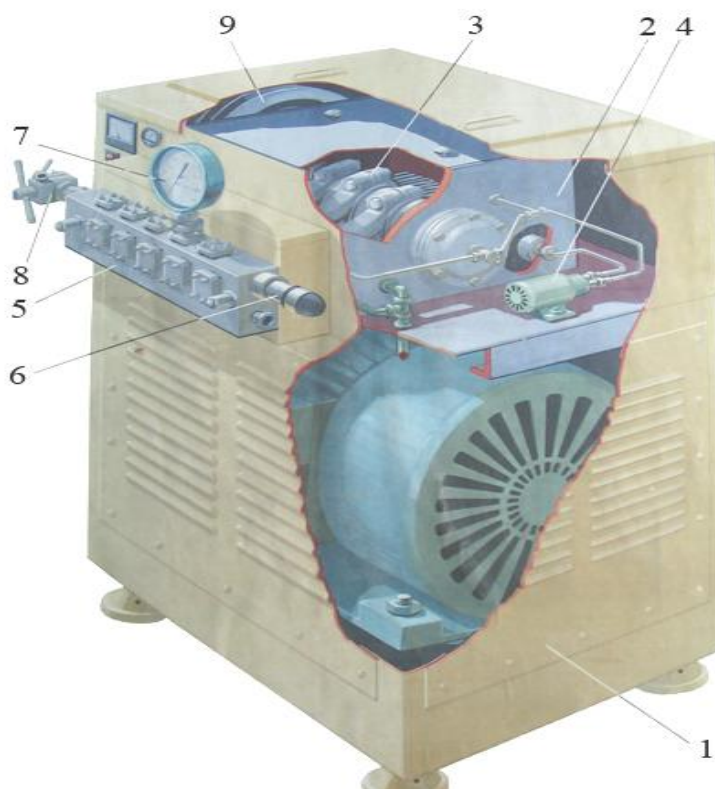


Рис. 4. Промышленный гомогенизатор:

- 1 – станина; 2 – масляная ванна (картер); 3 – кривошипно-шатунный механизм; 4 – шестеренный маслонасос; 5 – плунжерный блок; 6 – предохранительный клапан; 7 – манометр; 8 – гомогенизирующая головка, 9 – шкив ведомый

Гомогенизатор состоит из станины 1 с приводом, кривошипно-шатунного механизма 3 с системой смазки 4 и охлаждения, плунжерного блока 5 с гомогенизирующей 8 и манометрической головками и предохранительным клапаном 6.

Привод гомогенизатора осуществляется от электродвигателя с помощью клиноременной передачи.

Кривошипно-шатунный механизм 3 гомогенизатора предназначен для преобразования вращательного движения, передаваемого клиноременной передачей от электродвигателя, в возвратно-поступательное движение плунжеров, которые посредством манжетных уплотнений входят в рабочие камеры плунжерного блока и, совершая всасывающие и нагнетательные ходы, создают в нем необходимое давление гомогенизирующей жидкости.

Кривошипно-шатунный механизм состоит из корпуса, коленчатого вала, установленного на двух конических роликоподшипниках; крышек подшипников; шатунов с крышками и вкладышами; ползунов, шарнирно-соединенных с шатунами при помощи пальцев; стаканов; уплотнений, крышки корпуса и ведомого шкива, консольно закрепленного на конце коленчатого вала. Внутренняя полость корпуса кривошипно-шатунного механизма является масляной ванной. В задней стенке корпуса смонтированы маслоуказатель и сливная пробка.

В состав принудительной системы смазки входят: сетчатый фильтр, маслонасос 4 с индивидуальным приводом, распределительная коробка, предохранительный клапан и манометр для контроля давления в масляной системе.

К корпусу кривошипно-шатунного механизма при помощи двух шпилек крепится плунжерный блок, который предназначен для всасывания продукта из подающей магистрали и нагнетания его под высоким давлением в гомогенизирующую головку.

Плунжерный блок 5 включает в себя блок, плунжеры, манжетные уплотнения, всасывающие и нагнетательные клапаны, седла клапанов, всасывающий штуцер и сетчатый фильтр. Последний установлен во всасывающем канале блока и защищает детали блока и гомогенизирующей головки 8 (клапаны и седла) от преждевременного износа и выхода из строя.

Гомогенизирующая головка 8, присоединенная к торцовой плоскости плунжерного блока, представляет собой две одноступенчатые головки аналогичной конструкции, соединенные вместе и связанные каналом, позволяющим продукту переходить последовательно от первой ступени ко второй. Каждая из ступеней двухступенчатой гомогенизирующей головки состоит из корпуса, клапана, седла

клапана и нажимного устройства, включающего стакан, шток, пружину и нажимной винт с рукояткой.

Регулировка давления гомогенизации производится вращением винтов. При установлении режима гомогенизации продукта на первой ступени устанавливается $3/4$ необходимого давления гомогенизации, а затем на второй ступени вращением нажимного винта повышают давление до рабочего.

На верхней плоскости плунжерного блока крепится манометрическая головка с манометром 7, предназначенным для осуществления контроля давления гомогенизации, т. е. давления в нагнетательном коллекторе плунжерного блока. Манометрическая головка имеет дросселирующее устройство, дающее возможность эффективно уменьшить амплитуду колебания стрелки манометра. Манометрическая головка состоит из корпуса, иглы, уплотнения, гайки, поджимающей уплотнение, шайбы и манометра с мембранным разделителем. К торцовой плоскости плунжерного блока со стороны, противоположной креплению гомогенизирующей головки, крепится предохранительный клапан 6, который предотвращает повышение давления гомогенизации выше номинального.

Предохранительный клапан 6 состоит из винта, контргайки, пяты, пружины, клапана и седла клапана. На максимальное давление гомогенизации предохранительный клапан настраивается вращением нажимного винта, который передает усилие нажатия на клапан посредством пружины.

Станина 1 представляет собой сварную конструкцию из швеллеров, обшитых листовой сталью. Станина устанавливается на четырех регулируемых по высоте опорах. Боковые окна станины закрываются съемными крышками. Верхняя часть станины закрыта кожухом, предназначенным для ограждения механизмов от повреждений и придания гомогенизатору необходимой эстетической формы.

Молоко или молочный продукт подается при помощи насоса во всасывающий канал плунжерного блока. Из рабочей полости блока продукт под давлением подается через нагнетательный канал в гомогенизирующую головку и с большой скоростью проходит через кольцевой зазор, образующийся между притертыми поверхностями гомогенизирующего клапана и его седла. При этом происходит диспергирование жировой фазы продукта.

Устройство лабораторного гомогенизатора

Лабораторный гомогенизатор состоит из станины *1*, представляющей собой металлическую плиту на четырех опорах, на которой расположены привод (двигатель *2* и червячный редуктор *3*), плунжерный насос *4*, плунжерный блок *5* и соединенная с ним одноступенчатая гомогенизирующая головка *6* (рис. 5). Сверху плунжерного блока установлена воронка *7* для приема продукта, а снизу патрубков *8* для вывода гомогенизированного продукта. Плунжерный блок дополнительно оснащен манометром *9*, необходимым для контроля за давлением гомогенизации, и предохранительным клапаном *10*, обеспечивающим защиту блока от чрезмерного повышения давления вследствие попадания в гомогенизирующую головку посторонних твердых частиц, блокирующих дальнейшее продвижение продукта. В этом случае продукт, отжимая пружиненную пята в предохранительном клапане, выходит наружу через образовавшийся в нем проход.

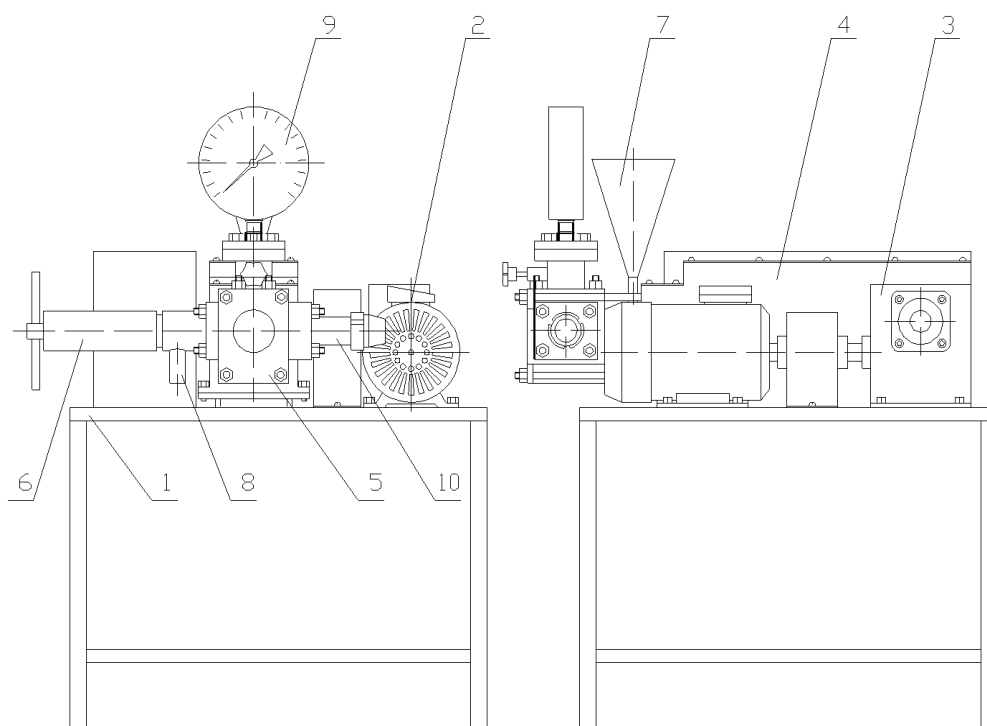


Рис. 5. Лабораторный гомогенизатор:

1 – станина; *2* – электродвигатель; *3* – червячный редуктор; *4* – плунжерный насос; *5* – плунжерный блок; *6* – гомогенизирующая головка; *7* – приемная воронка; *8* – патрубок для вывода продукта; *9* – манометр;
10 – предохранительный клапан

Общий вид лабораторного гомогенизатора представлен на рис. 6.



Рис. 6. Общий вид лабораторного гомогенизатора

Плунжерный насос имеет один толкатель *4*, приводимый в движение с помощью кривошипно-шатунного механизма *1, 2*, расположенного в масляной ванне – картере (рис. 7). Для обильной смазки трущихся частей предусмотрен дисковый разбрызгиватель масла *3*.

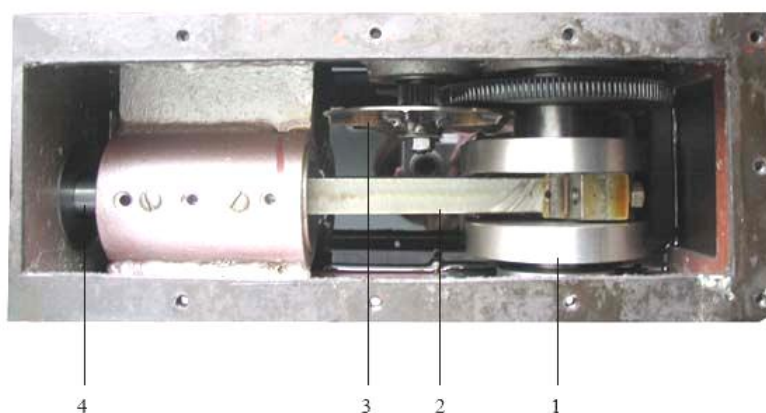


Рис. 7. Плунжерный насос (вид сверху):
1 – кривошип; *2* – шатун; *3* – разбрызгиватель масла; *4* – толкатель

Гомогенизирующая головка состоит из седла клапана *1*, клапана *2*, штока *4*, пружины *5* и винта *6* для регулирования давления гомогенизации путем сжатия пружины (рис. 8).

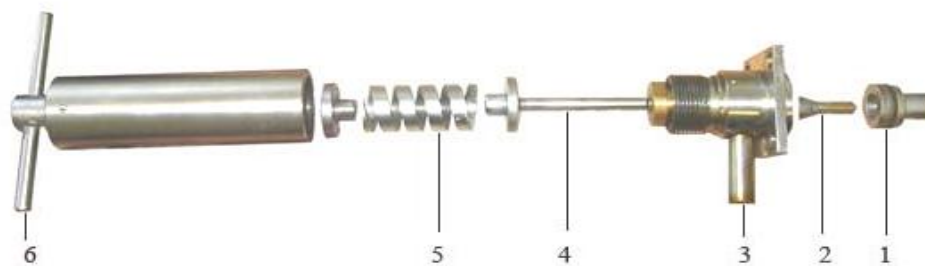


Рис. 8. Гомогенизирующая головка в разобранном виде:
 1 – седло клапана; 2 – клапан; 3 – выходной патрубок; 4 – шток;
 5 – пружина; 6 – регулировочный винт

При сборке гомогенизирующей головки пружина 5 полностью входит в цилиндрический корпус регулировочного винта 6, а клапан 2 своей конической поверхностью полностью размещается во внутренней конической расточке седла 1 (рис. 9, а). При этом шток 4, поджимаемый пружиной 5, свободным концом упирается в торцевую поверхность клапана 2, обеспечивая тесный контакт последнего с седлом 1. Нагнетание продукта происходит через внутреннее отверстие седла клапана 2 (рис. 9, б).

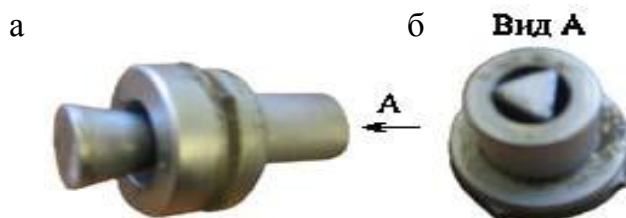


Рис. 9. Размещение клапана внутри седла

Методика проведения работы

1. Перед включением гомогенизатора следует:
 - убедиться в отсутствии на нем посторонних предметов, а в приемном устройстве (воронке) – какой-либо жидкости;
 - убедиться в наличии под выходным патрубком емкости для приема жидкости;
 - проверить наличие масла в картере плунжерного насоса;
 - измерить диаметр плунжера;

– разобрать запасную гомогенизирующую головку и выполнить сборочный чертеж и детализовку с указанием необходимых размеров;

– выполнить кинематическую схему гомогенизатора.

2. Произвести пробное (вхолостую) включение гомогенизатора и убедиться в отсутствии посторонних звуков, в противном случае следует выключить гомогенизатор и обратиться к ведущему преподавателю или учебному мастеру.

3. С помощью мерной линейки и секундомера определить длину хода плунжера и частоту вращения кривошипа.

4. Затянуть винт гомогенизирующей головки и заполнить воронку гомогенизатора модельной жидкостью (эмульсией).

5. Довести давление гомогенизации путем регулировки винтом до величины, указанной преподавателем.

6. По окончании регулировки давления гомогенизации дождаться полного истечения жидкости из воронки и выключить гомогенизатор.

7. Залить в мерную емкость модельную жидкость в количестве, заданном преподавателем.

8. Измерить начальную температуру жидкости

9. Одновременно включить гомогенизатор и секундомер.

10. При полном истечении жидкости из воронки одновременно выключить гомогенизатор и секундомер.

11. Измерить конечную температуру жидкости.

12. Повторить два раза аналогичные измерения при других значениях давления гомогенизации, заданных преподавателем.

Все результаты измерений и расчетов занести в табл. № 3, 4.

Таблица 1

Измерения и расчеты

Диаметр плунжера, мм	
Ход плунжера, мм	
Частота вращения кривошипа, c^{-1}	
Электродвигатель тип ... – мощность, кВт; – частота вращения, c^{-1} (об/мин)	
Габариты гомогенизатора, мм: – длина; – ширина; – высота	

Результаты экспериментов

Параметры	Номер измерения		
	1	2	3
Объем жидкости, л			
Температура жидкости до гомогенизации, °С			
Давление гомогенизации P , МПа			
Длительность гомогенизации, с			
Температура жидкости после гомогенизации t_r , °С			
Действительная производительность, л/ч			

Обработка полученных данных

Теоретическая производительность гомогенизатора

$$M = 60 f S n z \eta,$$

где M – производительность плунжерного насоса, м³/ч; f – площадь сечения плунжера, м²; S – ход плунжера, м; n – число оборотов коленчатого вала в минуту; z – количество плунжеров; η – объемный КПД насоса, $\eta = 0,8$.

Повышение температуры продукта можно определить по формуле

$$\Delta t = \frac{P}{\rho c},$$

где Δt – повышение температуры продукта, °С; P – давление гомогенизации, Па; ρ – плотность продукта, $\rho = 1031$ кг/м³; c – удельная теплоемкость продукта, $c = 3885$ Дж/(кг · °С).

Мощность, необходимая для гомогенизации молока,

$$N = \frac{MP}{3600\eta},$$

где N – мощность, Вт; η – механический КПД гомогенизатора, $\eta = 0,75$.

По полученным данным следует построить график зависимости температуры гомогенизируемой жидкости t_r от давления гомогенизации P .

Вопросы для самопроверки

1. Назначение гомогенизации.
2. Сущность процесса гомогенизации.
3. Объекты гомогенизации.
4. Устройство и принцип действия клапанного гомогенизатора.
5. Основы расчета клапанных гомогенизаторов.

Лабораторная работа № 3

Изучение конструкции сепаратора–сливкоотделителя ОСП-3М

Цель работы:

- изучить устройство и принцип действия сепаратора ОСП-3М;
- определить геометрические и кинематические параметры сепаратора;
- составить кинематическую схему сепаратора;
- рассчитать основные технологические параметры работы сепаратора.

Приборы и инструменты: микрометр, штангенциркуль, линейка (рулетка).

Устройство и принцип действия сепаратора ОСП-3М

Сепараторы–сливкоотделители предназначены для разделения молока на сливки и обезжиренное молоко и для нормализации молока на специальном устройстве, прилагаемом к сепаратору.

По способу подвода и отвода молока сепараторы подразделяются на открытые, полужакрытые (полугерметичные) и закрытые (герметичные).

Полужакрытый сепаратор ОСП-3М состоит из следующих основных узлов: станины 1, приводного механизма, приемно-отводящего устройства 3 и барабана 4 (рис. 10).

Станина 1 представляет собой чугунную отливку, верхняя часть которой выполнена в виде чаши с размещенным в ней барабаном 4.

В нижней части станины имеется привод сепаратора, состоящий из фланцевого электродвигателя, центробежно-фрикционной муфты, горизонтального 5 и вертикального 6 валов, входящих во взаимное вращение посредством шестеренной передачи. Причем винтовая шестерня 7, установленная на горизонтальном валу, входит в зацепление с нарезной частью вертикального вала. Кроме того, в основании станины имеется картер, заполненный смазочным маслом, и тахометр 8 для контроля частоты вращения барабана. Для ускоренной остановки барабана станина снабжена двумя ручными тор-

мозами 10, а для удержания барабана в неподвижном состоянии при его сборке и разборке – двумя фиксирующими винтами 11.

Основание станины опирается на 4 лапы, которые крепятся к фундаменту с помощью анкерных болтов.

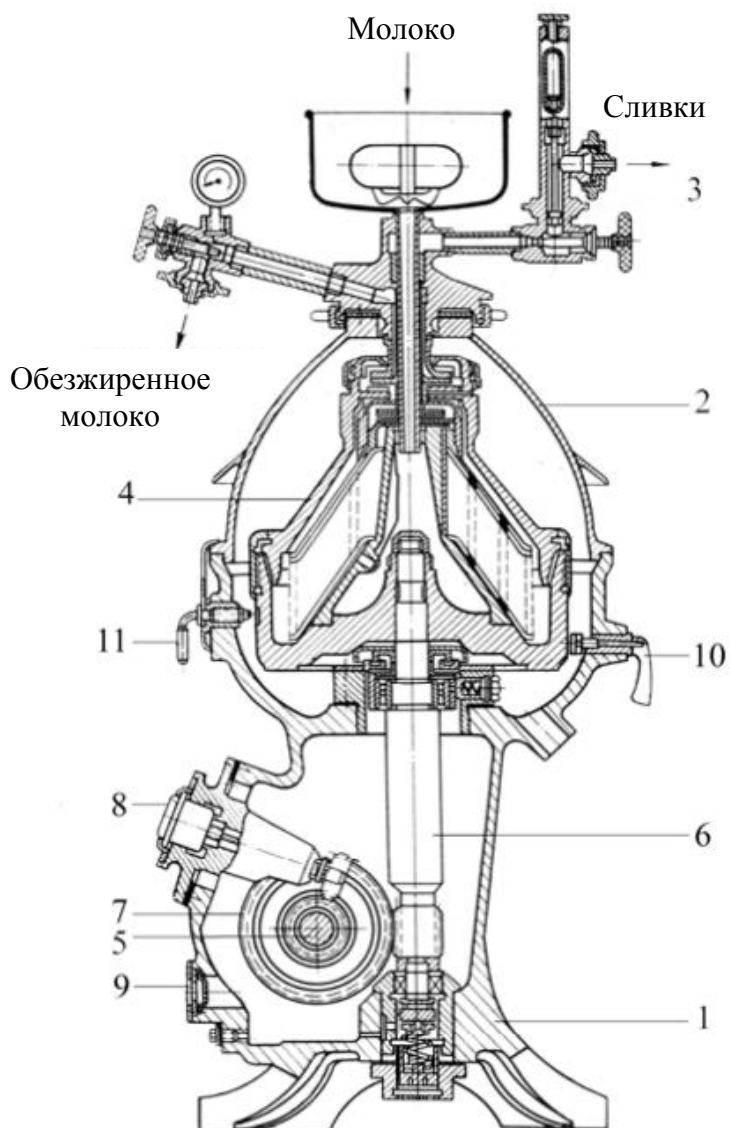


Рис. 10. Сепаратор-сливкоотделитель ОСП-3М:
 1 – станина; 2 – крышка; 3 – приемно-отводящее устройство;
 4 – барабан; 5 – горизонтальный вал; 6 – вертикальный вал;
 7 – шестерня; 8 – тахометр; 9 – указатель уровня масла;
 10 – тормоз; 11 – винт фиксирующий

Барaban является основным рабочим органом, обеспечивающим сепарирование молока, и состоит из основания *1*, крышки *2* и затяжного кольца *3* (рис. 11).

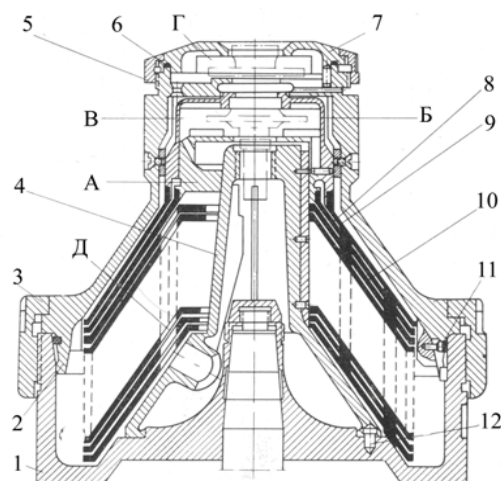


Рис. 11. Барабан сепаратора:

- 1* – основание барабана; *2* – крышка барабана; *3* – кольцо затяжное;
- 4* – тарелкодержатель; *5* – кольцо затяжное; *6* – кольцо уплотнительное;
- 7* – крышка напорной камеры; *8* – тарелка верхняя; *9* – тарелка разделительная;
- 10* – тарелка промежуточная; *11* – кольцо уплотнительное; *12* – штифт;
- A* – колпак верхней тарелки; *Б* – колпак разделительной тарелки;
- В* – камера для сливок; *Г* – камера для обезжиренного молока;
- Д* – вертикальный канал

Внутри барабана размещен тарелкодержатель *4* с конусным основанием, причем последний устанавливается фиксированно на штифт *12*. В нижней части тарелкодержателя находятся отверстия для прохода молока к тарелкам, а в верхней – две продольные шпонки, обеспечивающие фиксацию тарелок. Тарелки *10* изготовлены из нержавеющей стали путем штампования и имеют порядковые номера для безошибочной укладки их на основание тарелкодержателя. На тарелках находятся отверстия, которые при сборке тарелок в пакет образуют вертикальные каналы *Д* для прохода молока, при этом последние совпадают с упомянутыми ранее отверстиями в тарелкодержателе. На поверхностях тарелок для создания между ними зазоров, необходимых для сепарирования, приварены пластинки.

Верхняя тарелка *8* покрыта разделительной тарелкой *9*, причем верхние части этих тарелок выполнены в виде колпаков *A* и *Б*. Поверх разделительной тарелки уложена крышка *2* барабана, кото-

рая прижата к основанию барабана *1* посредством большого затяжного кольца *3* с левой резьбой. При помощи штифтов и резиновых уплотнительных колец *6* и *11* достигаются фиксация и уплотнение крышки *2* барабана и крышки *7* напорной камеры, причем последняя прижата малым затяжным кольцом *5*.

В верхней части барабана имеются две камеры: первая (В) – для сливок, образованная между колпаками А и Б верхней и разделительной тарелок, другая (Г) – для обезжиренного молока, ограниченная крышкой *2* барабана, колпаком Б разделительной тарелки и верхней крышкой *7*.

Приемно-отводящее устройство состоит из корпуса *2*, на котором закреплены патрубок *3* с узлом отвода обезжиренного молока, патрубок *15* с узлом отвода сливок и втулки *32*, на которой установлена чаша с поплавком для приема молока (рис. 12).

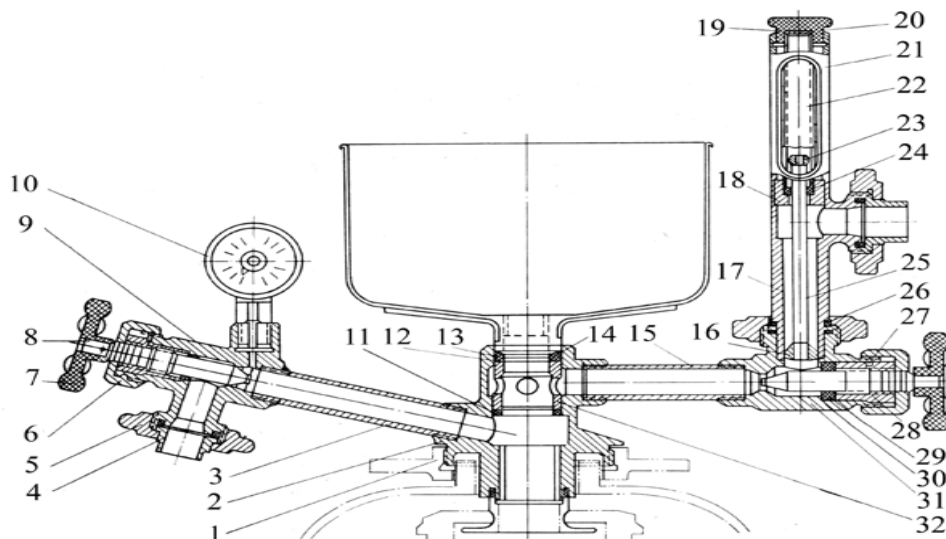


Рис. 12. Приемно-отводящее устройство:

- 1* – гайка затяжная; *2* – корпус; *3*, *15* – патрубки; *4* – ниппель;
- 5*, *6* – гайки; *7* – рукоятка; *8* – шток; *9* – корпус; *10* – манометр;
- 11*, *12*, *20*, *24*, *29* – прокладки; *13* – шайба; *14* – кольцо пружинное;
- 16* – поплавок; *17* – корпус ротаметра; *18* – штуцер нижний;
- 19* – пробка; *21* – стойка ротаметра; *22* – прозрачная трубка;
- 23* – поплавок; *25* – стержень; *26* – полукольцо; *27* – штифт;
- 28*, *32* – втулки; *30* – шайба; *31* – корпус клапана

Контроль за работой сепаратора осуществляется при помощи манометра, ротаметра и тахометра. Ротаметр представляет собой прозрачную трубку *22*, в которой находится поплавок *23*. В зависимости от расхода и, следовательно, от скорости потока сливок положение по-

плавка меняется (выше или ниже). Таким образом, о расходе сливок можно судить по положению поплавка на шкале стойки 21 ротаметра.

Устройство **горизонтального вала** и фрикционно-центробежной муфты показано на рис. 13. Муфта представляет собой закрепленный на горизонтальном валу 6 сепаратора обод (бандаж) 15 и закрепленный на валу электродвигателя диск 16. На пальцах 23 диска 16 шарнирно закреплены две фрикционные колодки 24 с накладками 25 из материала ферродо. При включении электродвигателя колодки с накладками под действием центробежной силы прижимаются к ободу 15 и увлекают его за собой. При этом начинает вращаться горизонтальный вал с шестерней 9, от которой вращение передается вертикальному валу с установленным на нем барабаном. Постепенный разгон барабана обеспечивается соответствующим весом колодок 24, рассчитанным так, чтобы разгон продолжался примерно 5–7 мин.

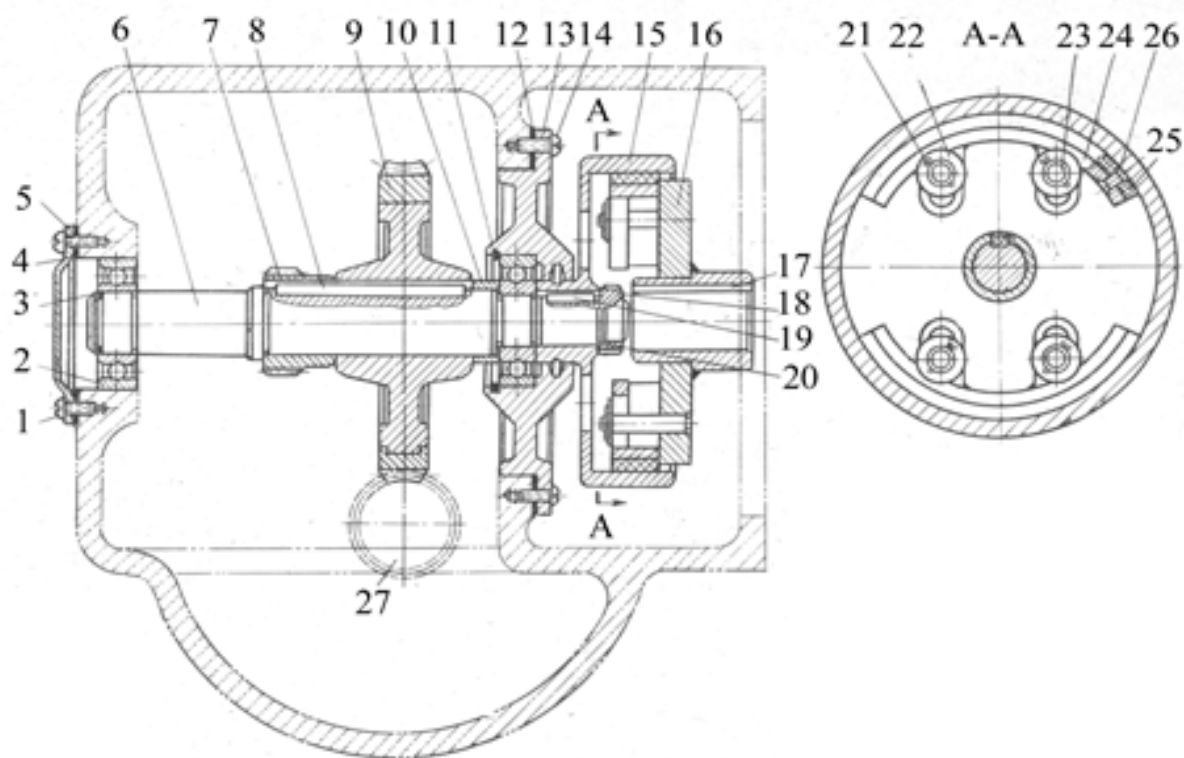


Рис. 13. Горизонтальный вал сепаратора:

- 1, 14 – винты; 2 – шарикоподшипник; 3 – кольцо стопорное; 4 – крышка;
 5, 12 – прокладки; 6 – горизонтальный вал; 7 – шестерня тахометра;
 8, 17, 19 – шпонки; 9 – шестерня; 10 – втулка; 11 – пружинное кольцо;
 13 – фланец; 15 – обод (бандаж); 16 – диск; 18 – гайка; 20 – шайба стопорная;
 21 – шплинт; 22 – шайба; 23 – палец; 24 – фрикционная колодка; 25 – накладка
 из ферродо; 26 – заклепка; 27 – вертикальный вал

Вертикальный вал 1, на верхней конусной части которого закреплен барабан сепаратора, вращается в верхней и нижней части на шариковых опорах (рис. 14). Верхняя опора представляет собой горловой подшипник с корпусом 2, в котором на шести пружинных амортизаторах 14 установлена обойма 3 с шарикоподшипником 12. От попадания продукта и воды при мойке сепаратора горловой подшипник и масляная ванна защищены крышкой 7 и колпаком 8. Нижняя опора вертикального вала представляет собой стакан 24, закрепленный в станине сепаратора и снабженный шарикоподшипниками: упорным 18 и радиально-сферическим 30. Упорный подшипник 18 через два шарика 28, чашу 27 и пружинный амортизатор 25 опирается на опорную гайку 23. Гайкой 23 регулируют положение вала, а следовательно, и барабана по высоте. Снизу гайка 23 фиксируется контргайкой 22.

Принцип действия сепаратора ОСП-3М заключается в следующем. Молоко подается в приемную чашу, откуда по центральной трубке попадает вовнутрь тарелкодержателя. Достигнув основания тарелкодержателя, молоко через отверстия в нем направляется в вертикальные каналы, образованные отверстиями тарелок, уложенных в пакет.

Вследствие быстрого вращения барабана молоко распределяется во всех межтарелочных зазорах, при этом жировые шарики, совершив сложное (вращательное и возвратно-поступательное) движение (рис. 15), возвращаются к центру вращения барабана и перемещаются вверх в камеру напорного диска для сливок.

Попав вовнутрь напорного диска 1, сливки по его спиральным каналам устремляются вверх и, двигаясь по кольцевому зазору (между центральной трубкой 2 и трубкой напорного диска 1), попадают в горизонтальный патрубок 3 для отвода сливок (рис. 16).

Обезжиренное молоко, как более тяжелая фракция, отбрасывается к периферии барабана и перемещается вверх, при этом оно оказывается над разделительной тарелкой 7 и попадает в свою камеру, а затем в напорный диск 4. Вывод обезжиренного молока осуществляется по кольцевому зазору между трубкой напорного диска 3 для сливок и трубкой напорного диска 4 для обезжиренного молока.

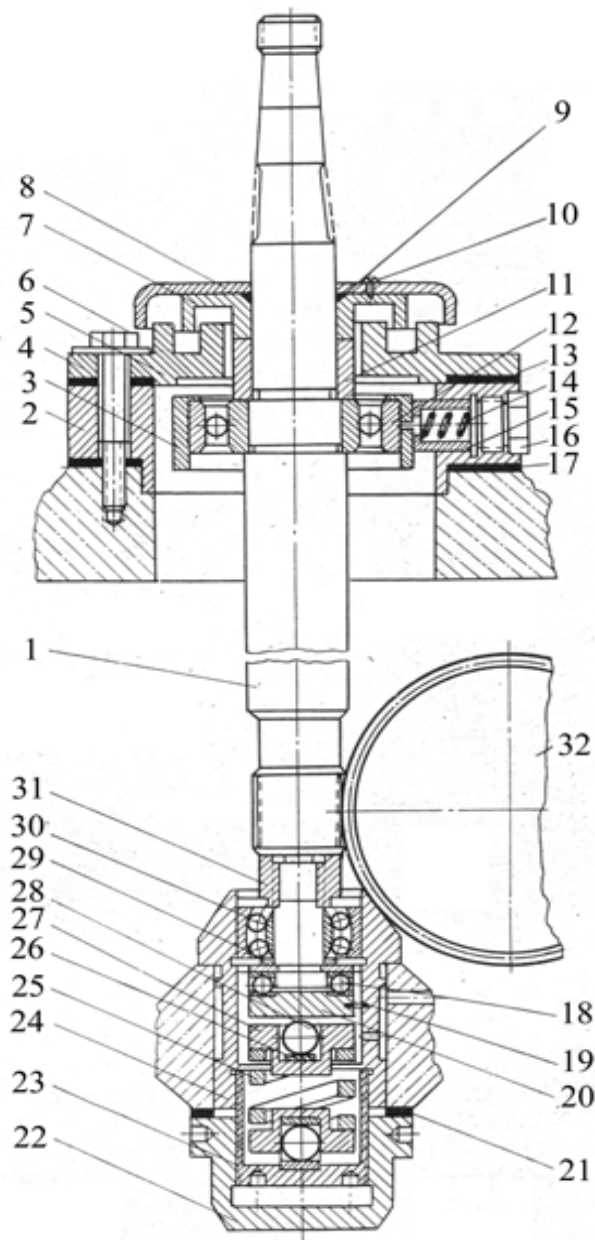


Рис. 14. Вертикальный вал сепаратора:

1 – вертикальный вал; 2 – корпус горлового подшипника; 3 – обойма;
 4 – шайба пружинная; 5 – крышка; 6 – болт; 7 – защитная крышка;
 8 – колпак защитный; 9, 13, 17, 21 – прокладки; 10 – винт; 11 – втулка;
 12 – шарикоподшипники; 14, 25 – пружинный амортизатор; 15 – стакан;
 16 – пробка; 18 – упорный подшипник; 19 – штифт; 20 – шайба;
 22 – контргайка; 23, 31 – гайки; 24 – стакан подпятника; 26 – пята; 27 – чаша;
 28 – шарик; 29 – распределительная шайба; 30 – радиально-сферический
 подшипник; 32 – шестерня

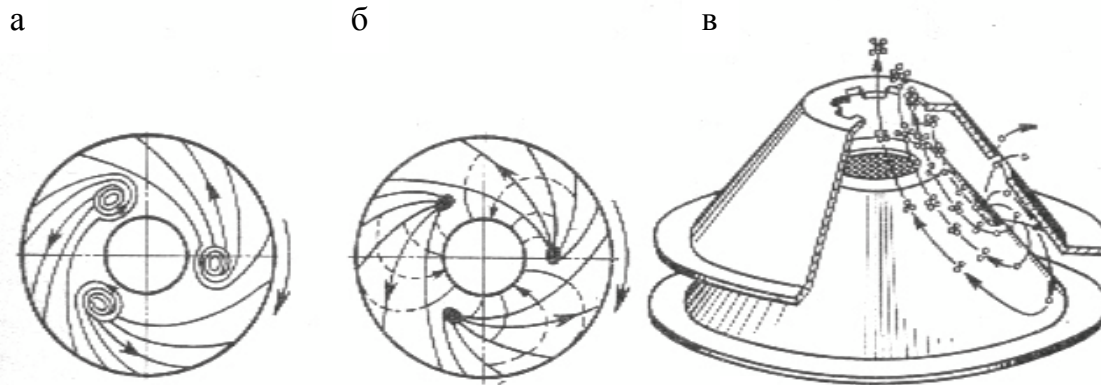


Рис. 15. Траектория движения жидкости в межтарелочном пространстве:
 а – однородной жидкости; б – легкой (жировой) и тяжелой фракций;
 в – жировых частиц

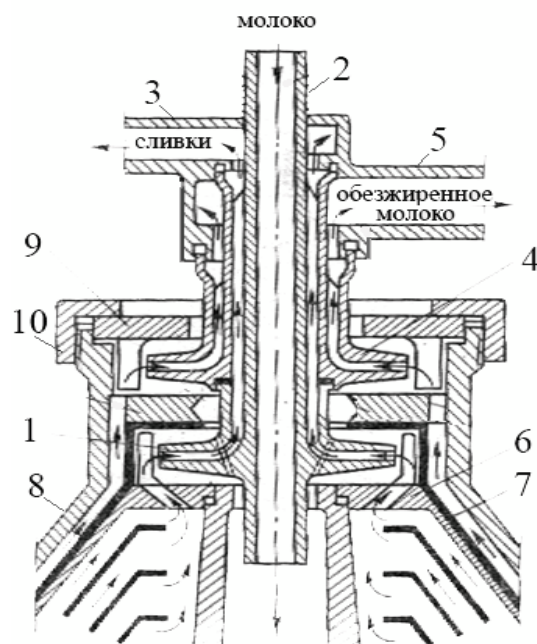


Рис. 16. Сепарирующее устройство:
 1 – напорный диск для сливок; 2 – центральная трубка; 3 – патрубок для отвода сливок; 4 – напорный диск для обезжиренного молока, 5 – патрубок для отвода обезжиренного молока; 6 – верхняя тарелка; 7 – разделительная тарелка; 8 – крышка барабана; 9 – крышка напорной камеры; 10 – затяжное кольцо

Ниже приведена техническая характеристика сепаратора ОСП-3М.

Производительность, л/ч	3000
Привод	Непосредственно от фланцевого электродвигателя
Частота вращения барабана, c^{-1} (об/мин)	108 (6500)
Количество конических тарелок в пакете	80–90
Межтарелочный зазор, мм	0,4–0,5
Давление на выходе, МПа:	
– обезжиренного молока	0,25–0,3
– сливок	0,2–0,25
Продолжительность набора барабаном рабочего числа оборотов, мин	6–8
Показания тахометра, соответствующие рабочему числу оборотов	115
Электродвигатель, типа	АО 51-4Ф2
– мощность, кВт	4,5
– частота вращения, c^{-1} (об/мин)	24 (1440)
Габариты, мм:	
– длина	900
– ширина	560
– высота	1365
Масса, кг:	
– барабана	125
– сепаратора	480

Методика проведения работы

1. Ознакомиться с устройством и принципом действия сепаратора.
 2. Определить геометрические параметры сепаратора.
- Все результаты измерений и расчетов занести в табл. 5.

Таблица 5

Результаты измерений и расчетов

Максимальный радиус тарелки $R_{\text{б}}$, м	
Минимальный радиус тарелки $R_{\text{м}}$, м	
Высота тарелки H , м;	
Высота пластинки (межтарелочный зазор) h , м	
Высота барабана $H_{\text{б}}$, м	
Объем барабана $V_{\text{расч}}$, M^3	
Максимальный наружный радиус барабана R , м	

Производительность сепаратора определена по формуле

$$M = 16,55 \beta n^2 z \operatorname{tg} \alpha \left(R_6^3 - R_M^3 \right) \frac{\rho_1 - \rho_2}{\mu} d^2,$$

где M – производительность, м³/с; μ – вязкость плазмы, Па/с; β – коэффициент полезного действия, $\beta = 0,5–0,7$; z – количество тарелок; n – частота вращения барабана, с⁻¹; ρ_1 – плотность плазмы молока, кг/м³; ρ_2 – плотность жирового шарика, кг/м³; R_6 – максимальный радиус конической части тарелок, м; R_M – радиус тарелок до центра молочных отверстий, м; α – угол наклона тарелки; d – диаметр жирового шарика, м, $d = 1,3 \cdot 10^{-6}$.

Для упрощения расчётов следует использовать следующую зависимость:

$$\frac{\rho_1 - \rho_2}{\mu} = 2900t,$$

где t – температура сепарирования, °С, $t = 35$ °С.

Тангенс угла наклона тарелки

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{R_6 - R_M},$$

где R_6 – максимальный радиус конической части тарелок, м; R_M – минимальный радиус конической части тарелок, м; H – высота тарелки, м.

Разделяющий фактор (критерий Фруда)

$$Fr = \frac{2\pi}{3} \frac{\omega^3}{M} Z \left(R_6^3 - R_M^3 \right) \operatorname{tg} \alpha,$$

где ω – угловая скорость вращения барабана, рад/с, $\omega = 2\pi n$.

Мощность, потребляемая сепаратором,

$$N = K H_6 n^3 R^4,$$

где N – мощность, кВт; K – коэффициент, $K = 0,016–0,018$; H_6 – высота барабана, м; R – максимальный наружный радиус барабана, м.

Вопросы для самопроверки

1. Классификация сепараторов по назначению и конструкции приемно-отводящего устройства.
2. Принцип очистки молока в сепараторе.
3. Функциональная зависимость производительности сепаратора.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Студенты заочного отделения и экстерната выполняют одну контрольную работу, вариант которой выбирают по последней цифре номера зачетной книжки.

Вариант 1

1. Центробежные насосы. Типы, назначение, устройство и использование в пищевой промышленности.
2. Диспергаторы. Устройство и применение в пищевой промышленности.

Вариант 2

1. Насосы объемного действия. Виды, устройство, принцип действия и применение в пищевой промышленности.
2. Пластинчатые и трубчатые охладители. Назначение, устройство и использование в пищевой промышленности.

Вариант 3

1. Изотермические резервуары. Устройство и применение в пищевой промышленности.
2. Оборудование для учета количества сырья и готовой продукции. Устройство и принцип действия.

Вариант 4

1. Оборудование для внутривозвратной транспортировки сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Устройство и принцип действия.
2. Резервуары биотехнологического назначения. Назначение, устройство и принцип работы.

Вариант 5

1. Резервуары для тепловой обработки продукции (универсальные танки, ванны длительной пастеризации, заквасочники).
2. Клапанные гомогенизаторы. Устройство, назначение и принцип их работы, применение в пищевой промышленности.

Вариант 6

1. Центрифуги и сепараторы-молокоочистители. Типы, устройство, принцип работы, применение в пищевой промышленности.
2. Трубчатые пастеризационно-охладительные установки. Назначение. Устройство и принцип работы.

Вариант 7

1. Ультрафильтрационные установки. Устройство и применение в пищевой промышленности.
2. Пластинчатые подогреватели. Устройство и применение в пищевой промышленности.

Вариант 8

1. Маслоизготовители периодического действия. Устройство и принцип работы.
2. Пластинчатые пастеризационно-охладительные установки. Типы, устройство, принцип их работы и применение в пищевой промышленности.

Вариант 9

1. Вакуум-выпарные установки. Типы, назначение и устройство.
2. Маслообразователи. Виды, устройство и применение в пищевой промышленности.

Вариант 10

1. Устройство распылительных сушильных установок.
2. Сепараторы-сливкоотделители. Типы, устройство и принцип работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основной

1. **Илюхин В.В., Тамбовцев И.М., Бурлев М.Я.** Монтаж, наладка, диагностика, ремонт и сервис оборудования предприятий молочной промышленности. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 500 с.

2. **Кузнецов В.В., Шиллер Г.Г.** Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности: Справ. Ч 1. – М.: КолосС, 2008. – 588 с.

3. **Лисин П.Л., Полянский К.К., Миллер П.А.** Современное технологическое оборудование для тепловой обработки молока и молочных продуктов: пастеризационные установки, подогреватели, охладители, заквасочники: Справ. пособие / Под общ. ред. проф. К.К. Полянского. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 136 с.

4. Машины и аппараты пищевых производств / С.Г. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков, В.А. Панфилов, О.А. Ураков; Под. ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2009. Ч. 1. – 703 с; Ч. 2. – 680 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	1
ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	3
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
Цели и задачи дисциплины.....	4
РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	12
ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	13
Организация практических занятий	14
План практических занятий.....	15
Практическое занятие № 1.....	15
Практическое занятие № 2.....	16
Практическое занятие № 3.....	16
Практическое занятие № 4.....	17
ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	17
Правила техники безопасности при работе в лаборатории	18
Лабораторная работа № 1. Изучение работы счетчика-расходомера РМ-5-П.....	19
Лабораторная работа № 2. Изучение устройства и работы гомогенизатора	23
Лабораторная работа № 3. Изучение конструкции сепаратора– сливкоотделителя ОСП-3М.....	34
ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ.....	44
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	46

