

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **Инженерная школа новых производственных технологий**
 Отделение школы (НОЦ) **Научно-образовательный центр Н.М.Кижнера**
 Направление подготовки **18.03.01 Химическая технология**
 Профиль **Машины и аппараты химических производств**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка смесителя – гранулятора для производства аллохола

УДК 661.122.097.6'099.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4Г61	Медведева Анастасия Александровна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Тихонов В.В.	к.т.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Трубченко Т.Г	к.э.н. доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Скачкова Л.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Беляев В.М.	к.т.н., доцент		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Отделение школы (НОЦ) Научно-образовательный центр Н.М.Кижнера
Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
Профиль Машины и аппараты химических производств

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Беляев В.М.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-4Г61	Медведева Анастасия Александровна

Тема работы:

Разработка смесителя – гранулятора для производства аллохола	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.01.2021 № 29-63/с
Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2021

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом проектирования является, смеситель – гранулятор с перемешивающими устройствами для смешивания сырья лекарственного препарата аллохола.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Производительность – 150 кг/ч. 2. Способ организации процесса: периодический.
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы 2. Описание технологической схема производства аллохола 3. Выбор конструкционных материалов 4. Механический расчет смесителя - гранулятора 5. Поверочный расчет смесителя - гранулятора 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 7. Социальная ответственность 8. Вывод 9. Список использованных источников
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Технологическая схема(A1) 2. Смеситель - гранулятор. Вид общий (A1) 3. Смеситель - гранулятор. Сборочные единицы (A1)
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант (ФИО полностью)</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Трубченко Татьяна Григорьевна</p>

Социальная ответственность	Скачкова Лариса Александровна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	24.04.2021
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тихонов В.В.	к.т.н		24.04.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4Г61	Медведева Анастасия Александровна		

Планируемые результаты обучения по ООП 18.03.01 «Химическая технология» выпуска 2021 г.

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способность определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способность осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способность осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способность воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способность управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способность поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способность создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Дополнительная универсальная компетенция университета	
УК(У)-9	Способность проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ОПК(У)-2	Готовность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы
ОПК(У)-3	Готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире
ОПК(У)-4	Владеет пониманием сущности и значения информации в развитии современного информационного общества, осознания опасности и угрозы, возникающих в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОПК(У)-5	Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией
ОПК(У)-6	Владеет основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий

Код компетенции	Наименование компетенции
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции
ПК(У)-2	Готовность применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования
ПК(У)-3	Готовность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности
ПК(У)-4	Способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения
ПК(У)-5	Способность использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест
ПК(У)-6	Способность налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств
ПК(У)-7	Способность проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта
ПК(У)-8	Готовность к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования
ПК(У)-9	Способность анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования
ПК(У)-10	Способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа
ПК(У)-11	Способность выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса
ПК(У)-21	Готовность разрабатывать проекты в составе авторского коллектива
ПК(У)-22	Готовность использовать информационные технологии при разработке проектов
ПК(У)-23	Способность проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива
Дополнительная компетенция университета	
ДПК(У)-1	Способность проводить стандартные испытания материалов и изделий, проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку и анализ результатов

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-4Г61	Медведева Анастасия Александровна

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	НОЦ Н.М. Кижнера
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	18.03.01 «Химическая технология»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Примерный бюджет – около 400 тысяч рублей В реализации данного проекта задействованы два человека – руководитель и инженер</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Накладный расходы – 16% Районный коэффициент – 30% Минимальный размер оплаты труда на 01.01.2021 г. составил 12792 рубля</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления по страховым взносам – 30%.</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>SWOT-анализ.</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Разработка графика, расчет материальных затрат .</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Оценка сравнительной эффективности исследования.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):
1. Матрица SWOT 2. Календарный план-график проектирования проекта 3. Бюджет затрат ТП

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	24.04.2021
---	------------

Задание выдал консультант:				
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	Кандидат экономических наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:			
Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4Г61	Медведева Анастасия Александровна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-4Г61	Медведева Анастасия Александровна

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Н.М. Кижнера
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	18.03.01. Химическая технология

Тема ВКР:

Разработка смесителя – гранулятора для производства аллохола.	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является смеситель – гранулятор с перемешивающим устройством, для смешивания сырья. Область применения – фармацевтическая промышленность
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	- «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ -ГОСТ 12.0.004-2015; -Федеральный закон № 426-ФЗ от 28.12.2013 г. -Федеральный закон № 421-ФЗ от 28.12.2013 г. -Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008г. -Федеральный закон № 426-ФЗ от 28 декабря 2013 г. - СП 2.2.1.2632-10 с изм. на 17 мая 2010 г.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	- вредные факторы: химически опасные и вредные вещества, повышенный уровень шума, отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещенность рабочей зоны; - опасные факторы: поражение электрическим током, взрывоопасность.
3. Экологическая безопасность:	- Атмосфера: выброс пыли - Гидросфера: сточные воды - Литосфера: утилизация твердых отходов.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации - производственные аварии, стихийные бедствия и военные конфликты (землетрясение, пожаровзрывоопасность, удар молнии) Наиболее типичная ЧС – пожар.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	24.04.2021
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Скачкова Лариса Александровна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4Г61	Медведева Анастасия Александровна		

Реферат

Бакалаврская работа состоит из графической части и пояснительной записки, была выполнена в текстовой редакторе Microsoft Word 2010 при помощи системы компьютерной алгебры MathCad, графическая часть выполнена в программе Autodesk Inventor. Графическая часть состоит из 3 листов формата А1.

Пояснительная записка состоит из 77 страниц, содержит таблиц 22, рисунков 11, основана из источников литературы 38.

Ключевые слова: Смеситель – гранулятор, аллохол, таблетка, продукт, лекарственные смеси

Объектом исследования является смеситель – гранулятор с гладкой теплообменной рубашкой и перемешивающими устройствами для смешивания сырья при производстве лекарственного препарата аллохола.

Цель работы – разработка смесителя – гранулятора для производства аллохола.

Произведены материальный, конструктивный и механический расчеты. Разработана технологическая схема и конструкция основного аппарата. В конструктивно-механическом расчете были произведены расчеты толщин стенок, обечайки, крышки и днища, а так же расчет вала на прочность, жесткость и виброустойчивость.

Степень внедрения: согласование комплекта чертежей на изготовление.

Область применения: фармацевтическая и пищевая промышленность.

В результате исследования было подтверждено, что рассчитанный смеситель с гладкой теплообменной рубашкой и перемешивающим устройством соответствует всем предъявляемым технологическим характеристиками.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» определена ресурсная, финансовая, бюджетная, социальная и экономическая эффективность исследования.

В разделе «Социальная ответственность» определены вредные и опасные производственные факторы, предложены способы снижения негативного воздействия на организм человека

Abstract

The bachelor's work consists of a graphic part and an explanatory note, was done in a text editor Microsoft Word 2010 using the computer algebra system MathCad, the graphic part was done in Autodesk Inventor. The graphic part consists of 3 sheets of A1 format.

The explanatory note consists of 77 pages, contains 22 tables, 11 figures, based on 38 literature sources.

Key words: Mixer - granulator, allohol, tablet, product, medicinal mixtures The object of the study is a mixer - granulator with a smooth heat exchange jacket and mixing devices for mixing raw materials in the production of a drug allochol.

The purpose of the work is to develop a mixer - granulator for the production of allohol.

Material, constructive and mechanical calculations were made. The technological scheme and design of the main apparatus have been developed. In the structural and mechanical calculation, calculations were made of the thickness of the walls, shell, cover and bottom, as well as the calculation of the shaft for strength, rigidity and vibration resistance.

Implementation degree: approval of a set of drawings for manufacturing.

Applications: pharmaceutical and food industry.

As a result of the study, it was confirmed that the calculated mixer with a smooth heat-exchange jacket and a mixing device meets all the required technological characteristics.

The section "Financial management, resource efficiency and resource conservation" defines the resource, financial, budgetary, social and economic efficiency of the study.

In the section "Social responsibility" harmful and dangerous production factors are identified, ways to reduce the negative impact on the human body are proposed.

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями, сокращение.

Таблетка (от лат. *tabella* — дощечка): создается для внутреннего, имплантационного, сублингвального или парентерального употребления, путем сжатием лекарственных смесей или лекарственных и дополнительных веществ и представляет собой лекарственную отмеренную форму.

Аллохол: желчегонное (холекинетическое и холеретическое) средство, снижает процессы гниения и брожения в кишечнике.

Смеситель – гранулятор: Техническое устройство, в котором осуществляется смешивание сырья.

Расчетное давление: Давление, на которое проводят расчет на прочность

Пробное давление: Давление, при котором проводят испытание сосуда или аппарата

Расчетная температура: Наибольшая температура стенки с учетом температурных условий, ожидаемых в процессе эксплуатации.

Допускаемое напряжение: величина, ограничивающая верхний предел рабочих напряжений возникающих под действием заданных нагрузок.

ЛП – лекарственный препарат.

Оглавление

Введение	13
1. Литературный обзор	15
2. Технологическая схема	17
2.1. Технологический расчет смесителя.	19
2.1.1. Материальный баланс	19
2.1.2 Конструктивный расчет	22
3. Механический расчет смесителя-гранулятора.....	23
3.1 Выбор конструкционного материала	23
3.2 Расчет основных характеристик материалов	24
3.3 Определение прибавок к толщине.....	27
3.4 Расчет толщины стенки плоской крышки.....	27
3.5 Расчет толщины стенки плоского днища.....	29
3.6 Расчет гладкой теплообменной рубашки	31
3.7 Расчет мешалки на прочность	33
3.8 Расчет цилиндрической обечайки аппарата.....	35
3.8.1 Расчет цилиндрической обечайки на устойчивость	37
3.9 Расчет днища рубашки на прочность	42
3.10 Расчет укрепления отверстий	44
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	50
5. Социальная ответственность	64
Заключение	75
Список использованных источников	76

Введение

Таблетка (от лат. *tabella* — дощечка) – создается для внутреннего, имплантационного, сублингвального или парентерального употребления, путем сжатия лекарственных смесей или лекарственных и дополнительных веществ и представляет собой лекарственную отмеренную форму.

Основные данные о таблетках возникли в середине XIX века. Первая серьезная лекарственная мастерская в России появилась в 1895 г. в Петербурге.

На сегодняшний день драже, являются самыми известными и высокоперспективными. Драже имеют достоинства перед другими препаратами и занимают первое место от общего объема всех выпускаемых ЛП, они составляют около 80 % [38].

Плюсы таблеток:

1. в сжатом состоянии берегут свои фармацевтические свойства, покрытые защитной оболочкой, для не устойчивых веществ;
2. портативность пилюль, дают комфорт сбережения и, транспортировки фармацевтической формы и отпуска;
- 3 точно отмеренное количество вводимых в драже фармацевтических веществ;
4. покрытие оболочек из сахара, какао, шоколада и т.д., прячут неприятные свойства фармацевтических препаратов (вкус, аромат, красящая способность);
5. локализация воздействия фармацевтического препараты в конкретном пространстве ЖКТ методом покрытия оболочек, легкорастворимых в кислой или же щелочной среде;
6. длительное воздействия фармацевтических препаратов (путем нанесения покрытий);
7. регулировка поочередного всасывания отдельных фармацевтических препаратов из пилюли трудного состава в конкретные промежутки времени (многослойные таблетки);
8. слияние фармацевтических препаратов, обратных по физико-химическим свойствам. Для того чтобы получить таблетку с нужной твердостью, точным количеством активных и дополнительных компонентов, распадаемостью и

способностью растворяться, которые будут по максимуму равно распределены по всему объему, надо должным образом организовать технологию производства.

На примере производства Аллохола в данной работе будет рассмотрена химическая технология, задействованная в процессе создания лекарства.

Для реализации данных перспектив необходимо разработать и подобрать оборудование для оптимизации и эффективности процесса производства лекарственных препаратов.

Основными задачами в рамках реализации данного проекта были анализ состояния производства препарата аллохола, изучение технологии производства, выбор подходящей технологической схемы и расчет основного аппарата – смесителя – гранулятора с перемешивающими устройствами.

Результатом исследования стал проект для разработки смесителя – гранулятора для производства лекарственного препарата аллохол.

1. Литературный обзор

Аллохол – желчегонное (холекинетическое и холеретическое) средство, снижает процессы гниения и брожения в кишечнике. Усиливает секреторную функцию клеток печени, рефлекторно повышает секреторную и двигательную активность органов ЖКТ. Выпускается в форме таблеток, покрытых пленочной оболочкой [37].

Аллохол – лекарственное средство, хорошо знакомое как врачам, так и пациентам. Вот уже 50 лет аллохол представлен на фармацевтическом рынке, первым технологию производства внедрил Борщагвский химфармзавод в 1964 году. К 21 веку собран колоссальный положительный опыт использования Аллохола, подтвердилась его безвредность и результативность. Ранее препарат выпускался в сахарной оболочке, сейчас применяют пленочное суспензионное покрытие, которое используется при производстве Аллохола, оно значительно устойчивее и высокооднородно по своим свойствам, нежели применяемая до этого сахарная оболочка. Ценно и то, что больные сахарным диабетом, могут позволить себе использовать этот препарат, там пленка не содержит сахарозы[37].

Описание и состав препарата.

Аллохол – содержит в своем составе только натуральные, безвредные для организма человека ингредиенты, он является комбинированным желчегонным препаратом:

- чеснока посевного луковицы – 40 мг;
- крапивы двудомной листья – 5 мг;
- желчи крупно рогатого скота сухой (в пересчете на сухое вещество и количественный состав холевой кислоты) – 80 мг;
- угля активированного – 25 мг.

Форма выпуска Аллохола в виде двояковыпуклых таблеток, покрытых пленочной оболочкой. В упаковке 50 таблеток.

					<i>ФЮРА.066562.006.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Медведева А.А</i>				<i>Литературный обзор</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Тихонов В.В.</i>						15	15
<i>Консульт.</i>						<i>З-4Г61</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								

Помимо основных веществ в состав препарата также входят различные наполнители: картофельный крахмал, стеарат кальция, магния оксид, кремния диоксид коллоидный (аэросил) и тальк. Не имеют противопоказаний, нужны для увеличивая массы таблетки до стандарта 1 грамма.

Аллохол не имеет наркотических свойств и принадлежит к желчегонным средствам.

Показания к применению.

В составе комплексной терапии: хронический реактивный гепатит, холангит, бескаменный (некалькулезный) холецистит, дискинезия желчевыводящих путей по гипокинетическому типу, атонический запор, постхолецистэктомический синдром[33].

Смеситель-гранулятор представляет собой цилиндрический корпус со штуцерами ввода и вывода продукта, форсунками для впуска жидкой фазы. Внутри расположен (каоксильный) соосный вал, оснащенный смешивающими и запитывающими лопастями. Из-за того, что размер, количество, взаимное месторасположение, расположение смешивающих лопастей сделана таким образом, что каждая группа их выполняет определенную функцию: образование гранул, уплотнение, очистка стен от налипшего продукта. В зоне гранулирования (смешивания) перемещения частиц турбулентное, что определяется высокими условными и безусловными скоростями частиц и силами соударения, происходит краткосрочность процесса и приобретение однородных продуктов, в том числе, когда размер и насыпная плотность ингредиентов отличается друг от друга. За счет сдвигания корпуса в сторону лопастей происходит очистка стенок от прилипшего сырья, что позволяет осуществлять процесс без остановки [36].

А так же смесители – грануляторы, применяются для предворительного увлажнения сырья или перемешивания сырья с последующим завершением процесса гранулирования в тарельчатом грануляторе. Это позволяет регулировать грансостав в тарельчатом грануляторе, повысить производительность тарельчатого гранулятора на 15% - 40% за счет сокращения времени впитывания «связывающего» и сокращения времени гранулообразования [35].

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	16
		№	/			

2. Технологическая схема

Схема изготовления препарата представлена на рисунке 1.

Аллохол изготавливают по составу, указанному ранее в пункте 1 данной работы.

Основные устройства и этапы производства, которые используются в этом случае.

Компоненты аллохола в рецептурном соотношении подают в смеситель 1, где его перемешивают до получения однородной массы, в который так же поступает увлажнитель, раствор 5 % крахмального клейстера. В смесителе – грануляторе рецептурная смесь эффективно перемешивается, равномерно увлажняется и гранулируется в мелкие плотные гранулы, однородные по составу и достаточно прочные для дальнейшего перемещения. Перемещение осуществляется вакуумными насосами 3 и 6 от одного аппарата к другому.

Гранулы поступают в сушилку 2 с помощью вакуумного насоса или транспортера, где они разбрасываются на поверхности сита тонким слоем, теплый воздух подается под слой гранул с расходом, обеспечивающий псевдооживление слоя. в таком режиме процесс сушки наиболее интенсивный.

Высушенные гранулы подают в гранулятор сухой смеси (3), используя конвейер или вакуумный насос, где они присыпаются порошком талька, стеаратом кальция и калибруются до однородного размера. После опыления и калибровки с помощью вакуумного загрузчика готовый гранулят отправляется в пресс-машину (4) для прессования ядер таблеток.

Затем с помощью вакуумных насосов таблетки-ядра попадают в автомат для нанесения плёночной оболочки (5). Покрытые оболочкой таблетки упаковываются в блистеры и помещаются в потребительскую упаковку.

Такова упрощенная схема изготовления Аллохола.

		№	1		ФЮРА.066562.006.ПЗ	17

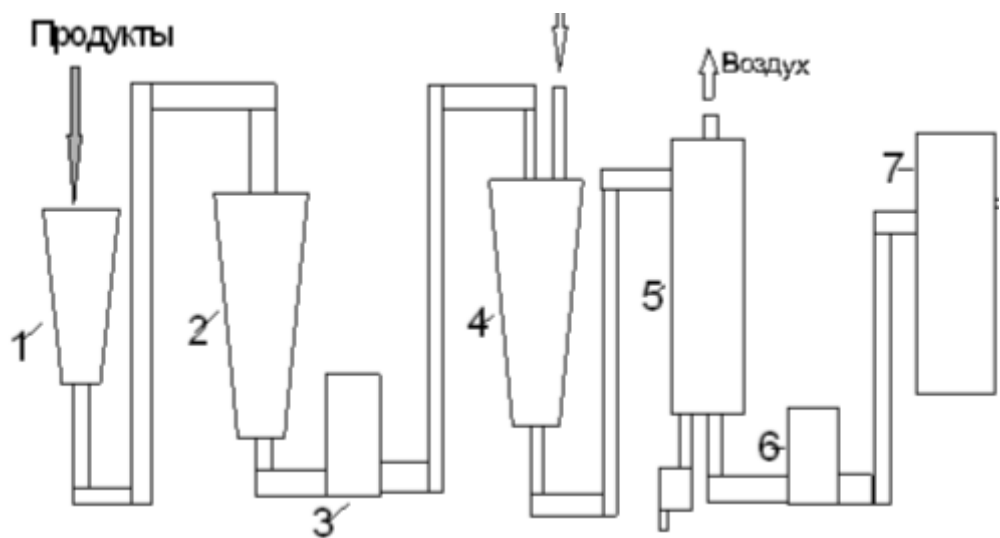


Рисунок 1. - Схема изготовления Аллохола

Подробно рассмотрим изготовление таблеток Аллохол и характеристики технологического оборудования.

I этап изготовления аллохола - смешивание компонентов в рецептурном соотношении и добавление увлажнителя для равномерного распределения их в совместной массе. Очень ценно получить высокооднородный по составу фармацевтической консистенции и это довольно трудная технологическая операция. Порошок имеет разные характеристики, их делят по своей напынной плотности, дисперстности, физико – химическим свойствам, влажностью, текучестью и т.д. Для этого используются смесители – грануляторы всевозможных форм лопастного типа, изготавливаются они из нержавеющей стали, переодического действия. Сквозь подвижный бункер проходит вал на котором вращаются три острые наклонные в сторону вращения лопасти, они перемешивают смесь в объеме и снимают налипший материал с бортов и днища. В боковой поверхности тангенциально расположен разгрузочный штуцер. В процессе работы пространство внутри штуцера глушится полимерной пробкой – вставышем, который вынимается перед разгрузкой.

II этап - смачивание полученной массы. В данном случае увлажнителем, является раствор 5% крахмального клейстера. Смачивание в смесителе с S-образными лопастями совершается при вращении их с различной скоростью. Массу вытесняют при помощи лопастей и опрокидывания корпуса, тем самым освобождают аппарат.

III этап: Сушка гранул. Образовавшуюся смесь, выгружают в транспортную тару и перевозят на сушилку, где рассыпают тонким слоем на поддоны. Теплый воздух подается под слой гранул с расходом обеспечивающий псевдооживления слоя. В таком режиме процесс сушки более интенсивный. Гранулы не должны превышать 4 % влаги. Высушенные гранулы, после сушки не имеет однородной массы, поэтому, сначала, он поступает в протирочную машину – гранулятор сухих смесей. После проходит процесс опудривания, для того, чтобы предотвратить прилипание смеси к матрице и пуансом таблеток – пресса. Опудривание – это процесс случайного нанесения микроизмельченных препаратов на плоскость гранул. Методом опудривания в таблетмассу вводят скользящие и разрыхляющие препараты. Затем гранулы подаются в таблет – машину, таблетуются и поступают на покрытие оболочкой в дражировочные барабаны.

Покрытые оболочкой таблетки упаковываются в блистеры и помещаются в потребительскую упаковку.

2.1. Технологический расчет смесителя.

В данном разделе приведен технологический расчет смесителя-гранулятора для производства полупродукта ядер ЛП Аллохола.

Технологический расчет включает в себя:

- материальный баланс – определение основных материальных потоков;
- конструктивный расчет – определение диаметров основных технологических штуцеров.

2.1.1. Материальный баланс

Материальный баланс рассчитывается с целью определения основных материальных потоков и объема смесителя-гранулятора, выбора соответствующего внутреннего диаметра.

Материальный баланс для стадии производства полупродукта ядер ЛП Аллохола представлен в таблице 1 и рассчитан по содержанию желчи КРС сухой.

						ФЮРА.066562.006.ПЗ	19
		№	/				

Таблица 1: Материальный баланс

Наименование сырья и полупродуктов	Заданная масса единицы лекарственной формы, мг	Рассчитанный объём серии (количество единиц лекформы, штук)	Рассчитанная масса сырья, кг	Получено	
				кол-во ед. лекформы, штук	масса, кг
1	2	3	4	5	6
А. Сырьё					
Желчь КРС сухая	80,00		59,00		
Чеснока посевного луковицы	40,00		28,40		
Уголь активированный	25,00		17,80		
Крапива двудомная листья	5,00	5,9 кг/загр. × 10 × 0,91:0,08 г = 872462 табл.	3,60	734520 табл.	154,25
Крахмал картофельный	34,20		24,6		
Магния оксид	10,25		7,30		
Кремния диоксид коллоидный	8,25		5,90		
Тальк	5,82		3,70		
Кальция стеарат	2,00		1,40		
Вода очищенная	0,06		11,84		
Итого	210		163,54		154,25
1. Отходы					
Возвратные отходы					1,62
Отходы на уничтожение					2,78
Итого					9,29
Итого					163,54

$G_1 = 24,6$ кг – крахмал картофельный;

$G_2 = 7,3$ – магния оксид;

$G_3 = 3,6$ кг – крапива двудомная листья;

$G_4 = 5,9$ кг – кремния оксид коллоидный;

$G_5 = 59$ кг – желчь крупного рогатого скота сухая;

$G_6 = 28,4$ кг – чеснока посевного луковицы;

							20
		№	1				

ФЮРА.066562.006.ПЗ

$G_7 = 17,8$ кг – уголь активированный;

$G_8 = 3,7$ кг – тальк;

$G_9 = 1,4$ кг – кальция стеарат.

Аппарат заполняется на 20% от общего объема. Одна загрузка составляет

$$G = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5 + G_6 + G_7 + G_8 + G_9 \\ = 24,6 + 7,3 + 3,6 + 5,9 + 59 + 28,4 + 17,8 + 3,7 + 1,4 = 163,54 \text{ кг/ч}$$

Потери составляют 3-5%.

Рассчитаем объем смесителя –гранулятора необходимый для производства.

Объем смесителя в соответствии с производительностью аппарата в час и временем пребывания смеси в смесителе [5]:

$$V_p = u \cdot \tau$$

где u – объемная скорость, м³/ч; τ – время пребывания смеси в смесителе, ч.

Объемная скорость [5]:

$$u = \frac{G}{\rho_{см} \cdot \varphi}$$

где G – расход по загрузке, кг/ч; $\rho_{см}$ – плотность смеси, кг/м³; φ – коэффициент заполнения аппарата.

Расход по загрузке аппарата принимаем согласно материальному балансу $G = 163,54$ кг/ч коэффициент заполнения аппарата принимаем равным $\varphi = 0,20$, плотность среды принимаем равной насыпной плотностью $295,4$ кг/м³. Время пребывания смеси в смесителе согласно технологии производства составляет $\tau = 4$ минуты = $0,067$ ч. Тогда объем реактора:

$$V_p = \frac{163,54 \cdot 0,067}{295,4 \cdot 0,20} = 0,18 \text{ м}^3$$

Согласно пособию [5] рабочий объем смесителя принимается на 15 – 20% больше чем расчетный. Из технических соображений выбираем конструкцию чтобы смесь лучше смешивалась и не оседала на стенках аппарата, примем форму верха обечайки конусообразную с плоским днищем и крышкой. Принимаем ближайший стандартный объем реактора согласно [13] равным $0,55$ м³. Общая конструкция аппарата отражена на рисунке 2.

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	21
		№	1			

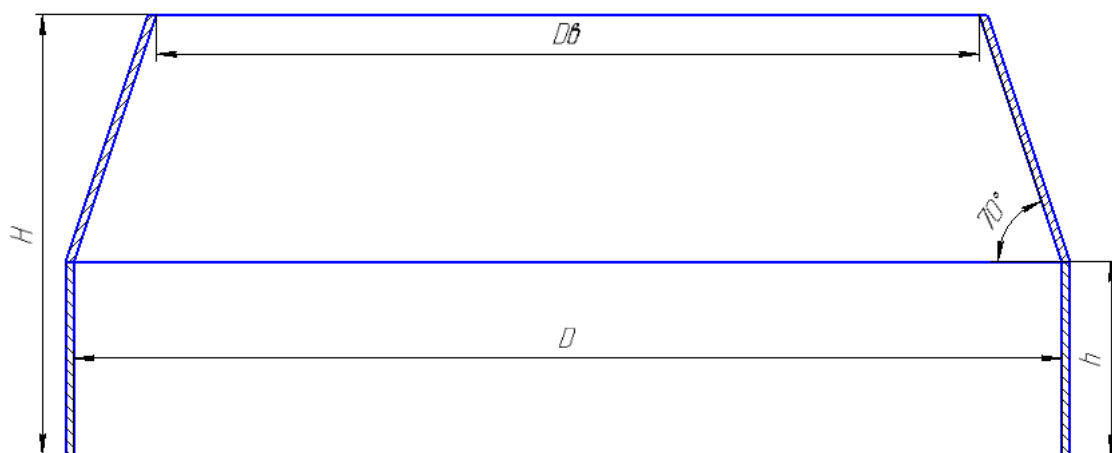


Рисунок 2 – Конструкция обечайки

Таблица 2- Характеристики обечайки

D	$Dв$	H	h
мм			
1200	1000	535	235

2.1.2 Конструктивный расчет

Основную часть компонентов вводят через откидную крышку, перед запуском аппарата. Дополнительные компоненты можно вводить непрерывно (без остановки аппарата), через патрубок ввода смеси.

Т.к. основной объем компонентов вводится перед запуском аппарата, не используя штуцер, примем:

штуцер для ввода смеси – 125 мм.

Штуцер для вывода смеси – 150 мм.

Таблица 3- Размеры фланцев

d_n , мм	D_ϕ , мм
125	170

лекарственных средств, медицинских устройств, изделий диагностического назначения, продуктов питания, пищевых добавок и активных ингредиентов. В производстве фармацевтических средств согласно требованиям GMP, предъявляются довольно высочайшие запросы к чистоте товаров, вследствие этого выбор конструкционных материалов для приготовления оснащения считается ведущей задачей. При данном например же ещё и предусматривается черта рабочей среды. К конструкционным материалам проектируемой аппаратуры предъявляются следующие требования:

1. материалы обязаны быть стойки по отношению к коррозии в агрессивных средах при рабочих параметрах процесса;
2. иметь необходимую прочность при данных рабочих давлениях, температуре и добавочных нагрузках, возникающих при прочностных испытаниях и эксплуатации аппаратов;
3. материалы не должны оказывать влияния на продукт, вступать с ним в химические реакции и гарантировать чистоту продукта;
4. материалы должны быть недороги и доступны.

Гигиенические нормы GMP на заводе, по производству лекарственных средств, не должны быть детали подвергнуты коррозии. В связи с этим конструкционные материалы для аппарата выбран сплав нержавеющей стали 12X18Н10Т. Для изолирующих материалов фторопласт и силикон.

3.2 Расчет основных характеристик материалов

Средами, воздействующими на стенку цилиндрической обечайки корпуса аппарата, являются охлаждающая вода и смесь с температурами 20 и 40°C соответственно. За расчетную температуру стенки сосуда или аппарата принимаем наибольшую температуру стенки элемента с учетом температурных условий, ожидаемых в процессе эксплуатации. При рабочей температуре среды ниже 20°C за расчетную температуру при определении допускаемых напряжений принимаем температуру 20°C. [1]:

Исходные данные:

					<i>ФЮРА.066562.006.ПЗ</i>	24
		№	/			

Диаметр аппарата:

$$D = 1.2 \text{ m}$$

Высота аппарата:

$$H_a = 0.75 \text{ m}$$

Количество мешалок на валу:

$$Z_m = 1$$

Коэффициент сопротивления мешалки (тип мешалки):

$$\xi_m = 0.56$$

Частота вращения мешалки:

$$n = 120 \cdot \text{min}^{-1}$$

Диаметр мешалки:

$$d_m = 1 \times 10^3 \cdot \text{mm}$$

Требуемая мощность привода, с учетом пусковых нагрузок

$$N_p = 3.2 \times 10^{-3} \cdot \text{kW}$$

Частота вращения выходного вала выбранного привода (опционально):

$$n_{\text{priv}} = 1.2 \times 10^3 \cdot \text{min}^{-1}$$

Мощность выбранного привода (опционально, рассчитана в пункте 2.2):

$$N_{\text{priv}} = 4 \times 10^{-3} \cdot \text{kW}$$

Давление в аппарате:

$$P_{\text{раб}} = 0.1 \cdot \text{MPa}$$

Давление в рубашке:

$$P_{\text{руб}} := 0.1 \cdot \text{MPa}$$

Срок службы аппарата:

$$t_e := 10 \text{ yr}$$

Материал обечайки, крышки, днища аппарата:

Сталь 12X18Н10Т

			№	/					
						ФЮРА.066562.006.ПЗ			25

Скорость коррозии материала аппарата:

$$P_{kor} := 0.015 \frac{\text{mm}}{\text{yr}}$$

Допускаемое напряжение для материала при температуре стенки определяется по ГОСТ 34233.1-2017[1]. Температура стенки определена в технологическом расчете для выбранного варианта теплопередачи:

$$t_{st1}(t_{sred1}) = \cdot 313\text{K}$$

$$\sigma_{nom} := 181.5 \cdot \text{MPa}$$

Допускаемое напряжение для материала при температуре 20⁰C:

$$\sigma_{nom20} := 184 \cdot \text{MPa}$$

Предел текучести материала при температуре 20⁰C:

$$Re20 := 240 \cdot \text{MPa}$$

Коэффициент учитывающий тип изготовления:

$$h_1 := 1$$

Модуль упругости материала при температуре стенки:

$$E_a := 1.97 \cdot 10^{11} \text{Pa}$$

Модуль упругости материала при температуре испытания:

$$E_{20} := 1.99 \cdot 10^{11} \cdot \text{Pa}$$

Расчетный срок службы мешалки:

$$\tau_m := 10\text{yr}$$

Материал мешалки - сталь 12Х18Н10Т

Допускаемое напряжение материала мешалки на изгиб при температуре среды:

$$\sigma_{dopim} := 181.5\text{MPa}$$

Прибавка на коррозию:

$$c_{km} := \tau_m \cdot P_{kor}$$

$$c_{km} = 0.15 \cdot \text{mm}$$

					<i>ФЮРА.066562.006.ПЗ</i>	26
		№	/			

Плотность среды в аппарате:

$$\rho_c = 295,4 \frac{kg}{m^3}$$

Плотность среды в рубашке:

$$\rho_{\tilde{n}} := 1000 \cdot \frac{kg}{m^3}$$

3.3 Определение прибавок к толщине

В соответствии с пособием [2] прибавка к толщине обечайки, крышки днища и т.д. рассчитывается как сумма прибавок на различные виды разрушений. Выделим в формуле три основных слагаемых:

$$c := c := c_k + c_э + c_d$$

где c_k - прибавка к толщине стенки на коррозию, мм; $c_э$ - прибавка к толщине стенки на эрозию, мм; c_d - прибавка к толщине стенки на другие виды разрушений, мм [2]. Прибавка к толщине стенки на коррозию рассчитывается по формуле:

$$П := 0,015$$

$$T_э := 10$$

$$c_k := П * T_э$$

где $П$ - глубинный показатель коррозии стали, мм/год; $T_э$ - срок эксплуатации аппарата, год. Значительным коррозионным разрушениям подвержены детали, изготовленные из стали 12Х18Н10Т ввиду контакта с реакционной массой и охлаждающей водой. Показатели глубинной коррозии этих сталей $П$ равными 0,015 мм/год [2]. По пособию [2] принимаем срок эксплуатации $T_э$ равным 10 годам.

Таким образом, для сталей, мм:

$$c_k := 0,015 * 10 = 0,15$$

$$c := c_k$$

По рекомендации пособия [2] пренебрежём прибавками к толщине на эрозию и дополнительные виды разрушений и примем общие прибавки для рубашки и обечайки равными 1 мм.

3.4 Расчет толщины стенки плоской крышки

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	27
		№	л			

Целью данного расчёта является подбор такой толщины стенки плоской крышки, чтобы была обеспечена прочность данной конструкции.

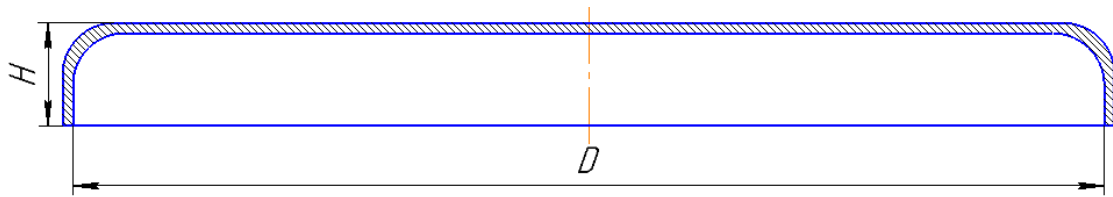


Рисунок 4 – Конструкция крышки

Таблица 4- Характеристики плоской крышки

D	H
мм	
1000	100

Расчетная толщина стенки плоской крышки, округленная в большую сторону

$$s_{kS} := \text{ceil}(s_{kC}) = 1$$

Примем стандартную толщину стенки плоской крышки по [3]:

Рекомендуемая толщина:

$$\text{Толщина}_{\text{Плос}} := (10)$$

Если предлагается 2 значения, то выбирается оптимальное:

$$s_{\text{opt}} :=$$

$s_{ks(i)}$
 $s_{ks(i+1)}$

$$s_{kS} := \text{Толщина}_{\text{Плос}} \cdot s_{\text{opt}} \cdot \text{mm} = 0.01 \text{ m}$$

При необходимости толщину крышки можно увеличить

$$a_{k2} := \frac{(s_{kS} - c_{km})}{D}$$

$$a_{k2} = 8.208 \times 10^{-3}$$

$$\text{Uslov_1} := \begin{cases} \text{"Условие применимости формул выполняется"} & \text{if } 0.002 \leq a_{k2} \leq 0.1 \\ \text{"Условие применимости формул НЕ выполняется"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Uslov_1} = \text{"Условие применимости формул выполняется"}$$

Таким образом, как в рабочем состоянии, так и при гидравлических испытаниях прочность выполняется.

Принимаем толщину стенки крышки 4 мм.

3.5 Расчет толщины стенки плоского днища

Целью данного расчёта является подбор такой толщины стенки плоского днища, чтобы была обеспечена прочность данной конструкции.

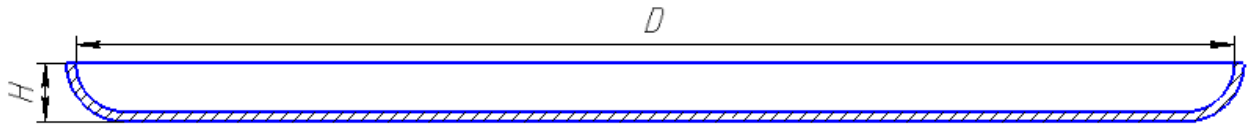


Рисунок 5 – Конструкция днища

Таблица 5 - Характеристики плоского днища

D	H
мм	
1200	60

Для рабочих условий

$$s_{dR1} := \left| \begin{array}{ll} P \cdot \frac{D}{2 \cdot \phi \cdot \sigma_{dop} - 0.5P} & \text{if } \text{Typedn} = 0 \\ P \cdot \frac{D}{(2 \cdot \phi \cdot \sigma_{dop} - P) \cdot \cos(45\text{deg})} & \text{if } \text{Typedn} = 1 \\ P \cdot \frac{D}{(2 \cdot \phi \cdot \sigma_{dop} - P) \cdot \cos(60\text{deg})} & \text{if } \text{Typedn} = 2 \\ K_{dk} \cdot K_{do} \cdot \frac{D}{\sqrt{\phi \cdot \sigma_{dop} \cdot P}} & \text{if } \text{Typedn} = 3 \end{array} \right.$$

$$s_{dR1} = 0.353 \cdot \text{mm}$$

Для условий испытаний

$$s_{dR2} := \begin{cases} P_H \cdot \frac{D}{2 \cdot \phi \cdot \sigma_i - 0.5 \cdot P_H} & \text{if Typedn} = 0 \\ P_H \cdot \frac{D}{(2 \cdot \phi \cdot \sigma_i - P_H) \cdot \cos(45 \text{deg})} & \text{if Typedn} = 1 \\ P_H \cdot \frac{D}{(2 \cdot \phi \cdot \sigma_i - P_H) \cdot \cos(60 \text{deg})} & \text{if Typedn} = 2 \\ K_{dk} \cdot K_{do} \cdot \frac{D}{\sqrt{\frac{P_H}{\phi \cdot \sigma_i}}} & \text{if Typedn} = 3 \end{cases}$$

$$s_{dR2} = 0.349 \cdot \text{mm}$$

$$s_{dR} := \max(s_{dR1}, s_{dR2})$$

Расчетная толщина стенки плоской крышки

$$s_{dC} := s_{dR} + c_{km} = 5.033 \times 10^{-4} \text{ m}$$

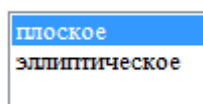
примем стандартную толщину стенки по ГОСТ 34322.2-2017[3]:

$$a := (2 \ 4 \ 5 \ 6 \ 8 \ 10 \ 12 \ 14 \ 16 \ 18 \ 20 \ 22 \ 24 \ 26 \ 28 \ 30)$$

$$s_{dC2} := 10 \cdot \text{mm}$$

Тип днища:

$$\text{type}_{dno} :=$$



$$s_{dS} := \begin{cases} s_{dS1} \leftarrow s_{dC2} & \text{if type}_{dno} = 1 \\ s_{dS2} \leftarrow s_{kS} & \text{if type}_{dno} = 2 \end{cases}$$

$$s_{dS} = 0.01 \text{ m}$$

$$a_{d2} := \frac{(s_{dS} - c_{km})}{D} = 8.208 \times 10^{-3}$$

$$\text{Uslov_2} := \begin{cases} \text{"Условие применимости формул выполняется"} & \text{if } 0.002 \leq a_{d2} \leq 0.1 \\ \text{"Условие применимости формул НЕ выполняется"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Uslov_2} = \text{"Условие применимости формул выполняется"}$$

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	30
		№	I			

При необходимости, толщину стенки можно увеличить.

Принимаем толщину стенки днища 10 мм.

3.6 Расчет гладкой теплообменной рубашки

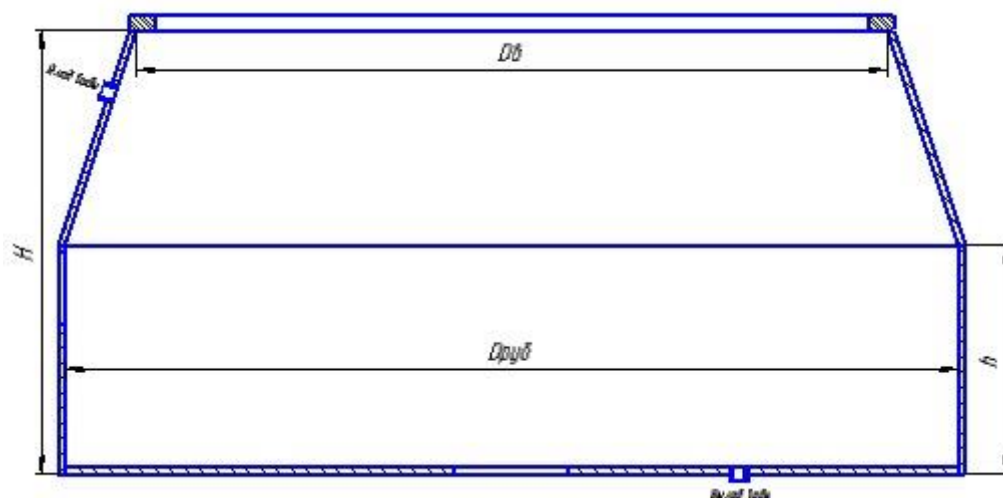


Рисунок 6 - Конструкция рубашки

Таблица 6- Характеристики рубашки

D	$D_{руб}$	$D_{в}$	H	h
мм				
1200	1250	1050	620	320

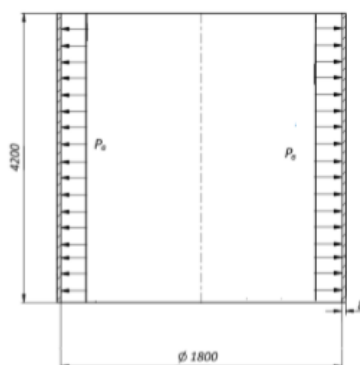


Рисунок 7 - расчетная схема гладкой теплообменной рубашки на условия прочности.

Целью выполнения расчёта является подбор такой толщины стенки гладкой теплообменной рубашки, чтобы была обеспечена прочность данной конструкции.

Определение допускаемых напряжений:

h_1 - коэффициент учитывающий тип изготовления

так как аппарат изготавливается из листового проката то, [3]:

$$h_1 = 1$$

$$\sigma_{\text{доп}} := h_1 \cdot \sigma_{\text{ном}}$$

$$\sigma_{\text{доп}} = 181.5 \cdot \text{МПа}$$

$$R_{e20} := 240 \cdot \text{МПа}$$

$$\sigma_i := \text{Floor}\left(\frac{R_{e20}}{1.1}, 0.5 \cdot \text{МПа}\right)$$

$$\sigma_i = 218 \cdot \text{МПа}$$

Рабочее давление:

$$P_{\text{раб}} = 0.1 \cdot \text{МПа}$$

Расчетное давления:

$$P_{\text{н.р}} := P_{\text{руб}} + \rho_c \cdot g \cdot H_p = 1.069 \times 10^5 \text{ Па}$$

Пробное давление при гидравлическом испытании в рубашке:

$$P_{\text{и.р}} := 1.25 \cdot P_{\text{н.р}} = 1.336 \times 10^5 \text{ Па}$$

Коэффициент прочности продольных сварных швов обечайки определяем при условии, что стыковые швы выполняются автоматической сваркой с двусторонним сплошным проваром при длине контролируемых швов 100%, по табл. Д.1. ГОСТ 34233.2-2017[1].

$$\phi := 1$$

коэффициент прочности сварных швов

Расчет толщины стенки цилиндрической обечайки

Максимальная исполнительная толщина стенки из условия прочности:

$$s_{p1} := \max \left[P_p \cdot \frac{D}{2 \cdot \phi \cdot (\sigma_{\text{доп}}) - P_p}, P_{\text{н.р}} \cdot \frac{D}{[2 \cdot \phi \cdot (\sigma_{\text{доп}}) - P_{\text{н.р}}]}, P_{\text{и}} \cdot \frac{D}{[2 \cdot \phi \cdot ((\sigma_i)) - P_{\text{и}}]} \right]$$

$$s_{p1} = 3.534 \times 10^{-4} \text{ м}$$

Расчетная толщина стенки рубашки из условия прочности

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	32
		№	Л			

$$s_1 := \text{Ceil}(s_{p1} + c_{km}, 1 \cdot \text{mm}) = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Тогда допускаемое внутреннее избыточное давление:

для рабочих условий

$$P_{\text{dop1.1}} := \frac{2 \cdot \phi \cdot (\sigma_{\text{dop}}) \cdot (s_1 - c_{km})}{D + (s_1 - c_{km})} = 2.569 \times 10^5 \text{ Pa}$$

для условий испытаний

$$P_{\text{dop1.2}} := \frac{2 \cdot \phi \cdot ((\sigma_i)) \cdot (s_1 - c_{km})}{D + (s_1 - c_{km})} = 3.086 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Выберем максимальное из внутреннего и наружного давлений:

$$P := \max(P_{\text{н.р}}, P_p) = 1.069 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Максимальная исполнительная толщина стенки из условий устойчивости

$$B := \max \left[1.0, 0.47 \cdot \left(\frac{P}{E_a \cdot 10^{-5}} \right)^{0.067} \cdot \left(\frac{H_p}{D} \right)^{0.4} \right]$$

$$B = 1$$

$$s_{p2} := \max \left[1.06 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{D}{B} \cdot \left(\frac{P \cdot H_p}{10^{-5} \cdot E_a \cdot D} \right), \frac{1.2 \cdot P_p \cdot D}{2 \cdot (\sigma_{\text{dop}})} \right]$$

$$s_{p2} = 4.025 \times 10^{-4} \text{ m}$$

Расчетная толщина стенки рубашки из условия устойчивости

$$s_2 := \text{Ceil}(s_{p2} + c_{km}, 1 \cdot \text{mm}) = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Принимаем толщину стенки рубашки, 4 мм

3.7 Расчет мешалки на прочность

Цель: проверка надежности конструкции по - критериям прочности.

Расчет трехлопастной мешалки [5]

Методы расчёта РДРТМ 26-01-72-82 [9]

Ширина лопатки:

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	33
		№	/			

$$b_{m2} := 0.2d_m$$

$$b_{m2} = 200 \cdot \text{mm}$$

Диаметр диска мешалки:

$$D_{m2} := 0.22d_m$$

$$D_{m2} = 220 \cdot \text{mm}$$

$$l_{m2} := 0.14d_m$$

$$l_{m2} = 140 \cdot \text{mm}$$

Координата сечения с максимальным изгибающим моментом [5]:

$$x_{m2} := 0.75 \cdot \frac{(0.5d_m)^4 - (0.5d_m - l_{m2})^4}{(0.5d_m)^3 - (0.5d_m - l_{m2})^3}$$

$$x_{m2} = 437.53 \cdot \text{mm}$$

Расчетный изгибающий момент в сечении по диаметру диска [5]:

$$M_{ix2} := \left[\frac{0.027 \cdot (x_{m2} - 0.5 \cdot D_{m2})}{x_{m2}} \right] \cdot \frac{N_p}{n}$$

$$M_{ix2} = 0.032 \cdot N \cdot m$$

Расчетный момент сопротивления лопатки при изгибе в указанном сечении [5]:

$$W_{mx2} := \frac{M_{ix2}}{\sigma_{\text{dopim}}}$$

$$W_{mx2} = 1.782 \times 10^{-10} \cdot m^3$$

Номинальная расчетная толщина лопатки [5]:

$$s_{m2} := \sqrt{\frac{6 \cdot W_{mx2}}{b_{m2}}}$$

$$s_{m2} = 0.073 \cdot \text{mm}$$

Выбор толщины лопатки с учетом двусторонних прибавок на коррозию и эрозию и округляется до ближайшего большего значения:

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	34
		№	л			

$$a_{m2v} := \begin{cases} z \leftarrow \text{ceil} \left[\frac{(s_{m2} + 2c_{km})}{\text{mm}} \right] \\ x \leftarrow z \cdot \text{mm} \\ \text{return } x \end{cases}$$

$$a_{m2v} = 10 \text{ mm}$$

3.8 Расчет цилиндрической обечайки аппарата.

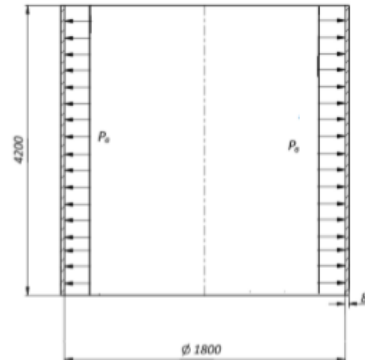


Рисунок 8. Расчетная схема корпуса аппарата для расчета на устойчивость.

Определение допустимых напряжений:

так как аппарат изготавливается из листового проката то[3]:

$$h_1 = 1$$

$$\sigma_{dop} := h_1 \cdot \sigma_{nom}$$

$$\sigma_{dop} = 181.5 \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{dop20} := h_1 \cdot \sigma_{nom20}$$

$$\sigma_{dop20} = 184 \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_i := \text{Floor} \left(\frac{\text{Re20}}{1.1}, 0.5 \cdot \text{MPa} \right)$$

$$\sigma_i = 218 \cdot \text{MPa}$$

Рабочее давление:

$$P_{раб} = 0.1 \cdot \text{MPa}$$

Расчетное значение внутреннего избыточного давления:

$$P_p := P_{раб} + \rho \cdot g \cdot H_p = 1.003 \times 10^5 \text{ Pa}$$

		№	l		ФЮРА.066562.006.ПЗ
					35

$$P_{\text{dop1.2}} := \frac{2 \cdot \phi \cdot ((\sigma_i)) \cdot (s1 - c_{\text{km}})}{D + (s1 - c_{\text{km}})} = 3.086 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Выберем максимальное из внутреннего и наружного давлений:

$$P := \max(P_{\text{н.р}}, P_p) = 1.069 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Максимальная исполнительная толщина стенки из условий устойчивости

$$B := \max \left[1.0, 0.47 \cdot \left(\frac{P}{E_a \cdot 10^{-5}} \right)^{0.067} \cdot \left(\frac{H_p}{D} \right)^{0.4} \right]$$

$$B = 1$$

$$s_{p2} := \max \left[1.06 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{D}{B} \cdot \left(\frac{P \cdot H_p}{10^{-5} \cdot E_a \cdot D} \right), \frac{1.2 \cdot P_p \cdot D}{2 \cdot (\sigma_{\text{dop}})} \right]$$

$$s_{p2} = 4.025 \times 10^{-4} \text{ m}$$

Расчетная толщина стенки цилиндрической обечайки из условия устойчивости

$$s2 := \text{Ceil}(s_{p2} + c_{\text{km}}, 1 \cdot \text{mm}) = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Принимаем толщину стенки обечайки 10 мм

3.8.1 Расчет цилиндрической обечайки на устойчивость

Рабочие условия

$$s_{\text{max}} := \max(s2, s1) = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$s_{\text{max}} := 4 \cdot \text{mm}$$

$$B1 := \min \left[1.0, 9.45 \cdot \frac{D}{H_{\delta}} \cdot \sqrt{\frac{D}{100 \cdot (s_{\text{max}} - c_{\text{km}})}} \right] = 1$$

Допускаемое давление из условия прочности

$$P_{\text{dop2}} := \frac{2 \cdot \phi \cdot (\sigma_{\text{dop}}) \cdot (s_{\text{max}} - c_{\text{km}})}{D + (s_{\text{max}} - c_{\text{km}})} = 1.161 \times 10^6 \text{ Pa}$$

Допускаемое давление из условия устойчивости в пределах упругости

вычисляются по формуле:

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	37
		№	l			

Коэффициент запаса устойчивости для рабочих условий

$$n_y := 2.4$$

$$P_E := \frac{2.08 \cdot 10^{-5} \cdot E_a}{n_y \cdot B1} \cdot \frac{D}{H_p} \cdot \left[\frac{100 \cdot (s_{\max} - c_{km})}{D} \right]^{2.5} = 1.706 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Тогда допускаемое наружное давление:

$$P_{\text{dop3}} := \frac{P_{\text{dop2}}}{\sqrt{1 + \left(\frac{P_{\text{dop2}}}{P_E} \right)^2}} = 1.688 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Допускаемое осевое сжимающее усилие из условия прочности от давления на днище:

$$F_{\text{dop}\sigma} := \pi \cdot (D + s_{\max} - c_{km}) \cdot (s_{\max} - c_{km}) \cdot (\sigma_{\text{dop}}) = 2.643 \times 10^6 \text{ N}$$

Допускаемое осевое сжимающее усилие в пределах упругости из условия устойчивости [3]:

Гибкость

$$\lambda := \frac{2.83 \cdot H_a}{D + s_{\max} - c_{km}} = 1.763$$

$$F_{\text{dopE}} := \begin{cases} \text{if } \frac{H_a}{D} \geq 10 \\ F_{\text{dE1}} \leftarrow 31 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{E_a}{n_y} \cdot D^2 \cdot \left[100 \cdot \frac{(s_{\max} - c_{km})}{D} \right]^{2.5} \\ F_{\text{dE2}} \leftarrow \left(\frac{\pi}{\lambda} \right)^2 \cdot \frac{\pi \cdot 10^{-6} \cdot (D + s_{\max} - c_{km}) \cdot (s_{\max} - c_{km}) \cdot E_a}{n_y} \\ F_{\text{dE}} \leftarrow \min(F_{\text{dE1}}, F_{\text{dE2}}) \\ F_{\text{dE}} \leftarrow 31 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{E_a}{n_y} \cdot D^2 \cdot \left[100 \cdot \frac{(s_{\max} - c_{km})}{D} \right]^{2.5} \end{cases}$$

$$F_{\text{dopE}} = 2.136 \text{ N}$$

					ФЮРА.066562.006.ПЗ
					38
		№	l		

$$F_{\text{dop}} := \frac{F_{\text{dop}\sigma}}{\sqrt{1 + \left(\frac{F_{\text{dop}\sigma}}{F_{\text{dop}E}}\right)^2}} = 2.136 \text{ N}$$

Осевое сжимающее усилие от давления на днище:

отверстие в днище

$$D_0 := 95 \cdot \text{mm}$$

$$F_{\text{dop}} := 0.25 \cdot \pi \cdot 10^{-6} \cdot (D^2 - D_0^2) \cdot P = 0.12 \text{ N}$$

Проверка условия устойчивости:

$$\text{Prov}_1 := \begin{cases} \text{"Условие устойчивости выполняется"} & \text{if } \frac{P_{\text{руб}}}{P_{\text{доп3}}} + \frac{F}{F_{\text{dop}}} \leq 1 \\ \text{"Условие устойчивости НЕ выполняется"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Prov}_1 = \text{"Условие устойчивости выполняется"}$$

$$\frac{P_{\text{руб}}}{P_{\text{доп3}}} + \frac{F}{F_{\text{dop}}} = 0.649$$

Для условия испытаний:

Коэффициент запаса

$$n_{\text{И}} := 1.8$$

Допускаемое давление из условия прочности

$$P_{\text{и.исп.}} := \frac{2 \cdot \phi \cdot (\sigma_{\text{i}}) \cdot (s_{\text{max}} - c_{\text{km}})}{D + (s_{\text{max}} - c_{\text{km}})} = 1.394 \times 10^6 \text{ Pa}$$

Допускаемое давление из условия устойчивости в пределах упругости

$$B1_{\text{И}} := \min \left[1.0, 9.45 \cdot \frac{D}{H_{\text{p}}} \cdot \sqrt{\frac{D}{100 \cdot (s_{\text{max}} - c_{\text{km}})}} \right] = 1$$

$$P_{\text{и.дЕ}} := \frac{2.08 \cdot 10^{-5} \cdot E_{20}}{n_{\text{И}} \cdot B1_{\text{И}}} \cdot \frac{D}{H_{\text{p}}} \cdot \left[\frac{100 \cdot (s_{\text{max}} - c_{\text{km}})}{D} \right]^{2.5} = 2.298 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Тогда допускаемое наружное давление:

		№	И		

$$P_{\text{доп}} := \frac{P_{\text{и.исп.}}}{\sqrt{1 + \left(\frac{P_{\text{и.исп.}}}{P_{\text{и.дЕ}}}\right)^2}} = 2.268 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Допускаемое осевое сжимающее усилие из условия прочности от давления на днище:

$$F_{\text{идор}\sigma} := \pi \cdot (D + s_{\text{max}} - c_{\text{km}}) \cdot (s_{\text{max}} - c_{\text{km}}) \cdot (\sigma_i) = 3.174 \times 10^6 \text{ N}$$

Допускаемое осевое сжимающее усилие в пределах упругости из условия устойчивости:

$$F_{\text{идорЕ}} := \begin{cases} \text{if } \frac{H_a}{D} \geq 10 \\ \left. \begin{aligned} F_{\text{дЕ1}} &\leftarrow 31 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{E_{20}}{n_{\text{и}}} \cdot D^2 \cdot \left[100 \cdot \frac{(s_{\text{max}} - c_{\text{km}})}{D} \right]^{2.5} \\ F_{\text{дЕ2}} &\leftarrow \left(\frac{\pi}{\lambda} \right)^2 \cdot \frac{\pi \cdot 10^{-6} \cdot (D + s_{\text{max}} - c_{\text{km}}) \cdot (s_{\text{max}} - c_{\text{km}}) \cdot E_{20}}{n_{\text{и}}} \\ F_{\text{дЕ}} &\leftarrow \min(F_{\text{дЕ1}}, F_{\text{дЕ2}}) \end{aligned} \right\} \\ F_{\text{дЕ}} &\leftarrow 31 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{E_{20}}{n_{\text{и}}} \cdot D^2 \cdot \left[100 \cdot \frac{(s_{\text{max}} - c_{\text{km}})}{D} \right]^{2.5} \end{cases}$$

$$F_{\text{идорЕ}} = 2.877 \text{ N}$$

$$F_{\text{идор}} := \frac{F_{\text{идор}\sigma}}{\sqrt{1 + \left(\frac{F_{\text{идор}\sigma}}{F_{\text{идорЕ}}}\right)^2}} = 2.877 \text{ N}$$

Осевое сжимающее усилие от давления на днище:

отверстие в днище

$$D_0 := 95 \cdot \text{mm}$$

$$P_{\text{и}} := 0.25 \cdot \pi \cdot 10^{-6} \cdot (D^2 - D_0^2) \cdot P_{\text{и}} = 0.142 \text{ N}$$

					ФЮРА.066562.006.ПЗ
					40
		№	л		

Проверка условия устойчивости:

$$P_{rov_2} := \begin{cases} \text{"Условие устойчивости выполняется"} & \text{if } \frac{P_{и.р}}{P_{доп}} + \frac{F_{и}}{F_{идоп}} \leq 1 \\ \text{"Условие устойчивости НЕ выполняется"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$P_{rov_2} = \text{"Условие устойчивости выполняется"}$

$$\frac{P_{и.р}}{P_{доп}} + \frac{F_{и}}{F_{идоп}} = 0.639$$

Если условие устойчивости не выполняется, то необходимо увеличить максимальную толщину стенки S_{max} .

Примем стандартную толщину стенки по ГОСТ 34233.2-2007 [4]:

$a_1 := (2 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \quad 8 \quad 10 \quad 12 \quad 14 \quad 16 \quad 18 \quad 20 \quad 22 \quad 24 \quad 26 \quad 28 \quad 30)$

$$s_{s1} := \begin{cases} z \leftarrow 0 \\ \text{for } j \in 0.. 14 \\ \quad \text{if } a_{10,j} \cdot \text{mm} \leq (s_{max}) \leq a_{10,j+1} \cdot \text{mm} \\ \quad \quad \begin{cases} x_{z,0} \leftarrow a_{10,j+1} \\ z \leftarrow z + 1 \end{cases} \\ \text{return } x \end{cases}$$

$$s_s := s_{s1} \cdot \text{mm} = \begin{pmatrix} 4 \times 10^{-3} \\ 5 \times 10^{-3} \end{pmatrix} \text{m}$$

$s_s := 10\text{mm}$

При необходимости, толщину стенки можно увеличить

$$a_1 := \frac{(s_s - c_{km})}{D}$$

$$a_1 = 8.208 \times 10^{-3}$$

Prov_3 := $\begin{cases} \text{"Условие применимости формул выполняется"} & \text{if } a_1 < 0.1 \\ \text{"Условие применимости формул НЕ выполняется"} & \text{otherwise} \end{cases}$
 Prov_3 = "Условие применимости формул выполняется"

Таким образом, как в рабочем состоянии, так и при гидравлических испытаниях прочность выполняется.

3.9 Расчет днища рубашки на прочность

- внутренний диаметр рубашки, мм

$$D_p = 1250$$

- внутренний радиус плоского элемента рубашки, мм

$$R_p = 1200$$

- высота днища рубашки, мм

$$h_0 = 60$$

- внутреннее рабочее давление, МПа

$$P_{\text{раб}} = 0.1 \cdot \text{МПа}$$

- пробное давление при гидравлическом испытании, МПа

$$P_{\text{и}} = 1.267 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

- допускаемое напряжение стали 12Х18Н10Т для рабочих условий, МПа

$$\sigma = 181$$

- допускаемое напряжение стали 12Х18Н10Т для условий гидравлических испытаний, МПа

$$\sigma_{\text{доп}} = 181.5 \cdot \text{МПа}$$

- прибавка на различные виды разрушений, мм

$$c = 1$$

Целью данного расчёта является подбор такой толщины стенки рубашки, чтобы была обеспечена прочность данных конструкций. Проверкой прочности для рабочих условий является выполнение следующего условия:

$$P_p \leq P_{\text{д.р}}$$

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	42
		№	/			

где P_p – расчётное значение наружного давления при рабочих условиях, МПа;
 $P_{д.р}$ – допускаемое значение наружного давления при рабочих условиях, МПа [3].

Проверкой прочности для условий испытания является выполнение условия:

$$P_{р.и} \leq P_{д.р.и}$$

где $P_{р.и}$ – расчётное значение внутреннего давления при гидравлических испытаниях, МПа; $P_{д.р.и}$ – допускаемое значение внутреннего давления при гидравлических испытаниях, МПа [3].

Пробное давление для гидравлических испытаний рубашки [31]:

$$P_{и.р} := 1.25 \cdot P_{н.р} = 1.336 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Расчетная толщина плоского элемента рубашки, нагруженной внутренним давлением, рассчитывается для рабочих условий и условий гидравлического испытания, после чего выбирается максимальное значение [3].

$$\varphi = 1$$

$$s_{p1} := \max \left[P_p \cdot \frac{D}{2 \cdot \varphi \cdot (\sigma_{доп}) - P_p}, P_{н.р} \cdot \frac{D}{2 \cdot \varphi \cdot (\sigma_{доп}) - P_{н.р}}, P_{и} \cdot \frac{D}{2 \cdot \varphi \cdot (\sigma_i) - P_{и}} \right]$$

$$0,413 \text{ мм}$$

Исполнительная толщина стенки плоского элемента рубашки, мм:

$$s_{1.P} \geq s_{1.P.P} + c$$

$$s_{1.P} := 4$$

$$s_{1.P} := 0.762 + 1 = 1.762$$

Для обеспечения надежности конструкции принимаем исполнительную толщину стенки плоского элемента рубашки равной 4 мм.

Допускаемое давление для рабочих условий [3], МПа:

$$P_{д.р} = \frac{2 * \sigma_D * \varphi * (s_{1.P} - c)}{R_p + (s_{1.P} - c)} = 2.702$$

Допускаемое давление для условий испытания [3], МПа:

$$P_{д.1р.и} = \frac{2 * \sigma_{д.20} * \varphi * (s_{1.P} - c)}{R_p + (s_{1.P} - c)} = 2.739$$

Проверка 8 «условия устойчивости выполняются» if $R_p \leq P_{д.р}$
 «условия не выполняются» otherwise

Проверка 8 = «Условия устойчивости выполняется»

Проверка 10 «условия прочности выполняются» if $R_{р.и.} \leq P_{д.1р.и}$
 «условия не выполняются» otherwise

Проверка 10 = «Условия прочности выполняется»

Исходя из произведённых расчётов, можно сделать вывод, что принятая исполнительная толщина плоского элемента гладкой теплообменной рубашки, равная 10 мм, обеспечивает надёжность конструкции.

3.10 Расчет укрепления отверстий

Целью расчёта является проверка надёжности конструкции отверстий по критерию прочности. [10]

внутренний диаметр цилиндрической обечайки, мм

$$D_p = 1200$$

максимальный внутренний диаметр штуцера

$$d := 150\text{mm}$$

расчётное давление в аппарате

$$P_r := 0.13\text{MPa}$$

расчётная температура в аппарате:

$$t_{st1}(t_{sred1}) = \cdot 313\text{K}^{\blacksquare}$$

исполнительная толщина стенок аппарата

$$s = 4 \text{ мм}$$

Материал корпуса, штуцера и накладного кольца 12X18Н10Т

Сталь содержанием 0.12% углерода, хрома 18%, никеля 10% и титан меньше 1%

Допускаемые напряжения для жаропрочных, жаростойких и коррозионно-стойких сталей аустенитного класса:

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	44
		№	/			

допускаемое напряжение обечайки при расчётной температуре

$$\sigma_{\text{доп}} = 181.5 \cdot \text{МПа}$$

допускаемое напряжение материала накладного кольца

$$\sigma_{\text{д1}} := \sigma_{\text{л}}$$

допускаемое напряжение для материала внешней части штуцера

$$\sigma_{\text{д2}} := \sigma_{\text{л}}$$

допускаемое напряжение для материала внутренней части штуцера

$$\sigma_{\text{д3}} := \sigma_{\text{л}}$$

исполнительная длина внешней части штуцера

$$l_1 := 100 \text{mm}$$

исполнительная ширина накладного кольца

$$l_2 := 10 \text{mm}$$

исполнительная длина внутренней части штуцера

$$l_3 := 0 \text{mm}$$

исполнительная толщина накладного кольца

$$s_2 := 3 \text{mm}$$

Суммарные прибавки к расчётной толщине стенок:

обечайка

$$c_0 := 0.15 \text{mm}$$

внутренней поверхности штуцера

$$c_s := c_0$$

внешней поверхности штуцера

$$c_{s1} := 0$$

$$\phi := 1$$

Толщина стенки штуцера

внутренней части

$$s_1 := s$$

внешней части

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	45
		№	л			

$$s_3 := s$$

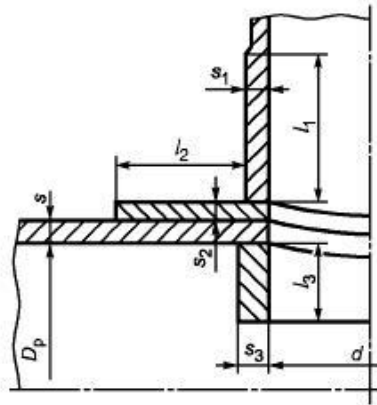


Рисунок 9. Основная расчетная схема соединения штуцера со стенкой сосуда.

Целью расчёта является проверка надёжности конструкции отверстий по критерию прочности, а также проверка взаимного влияния отверстий по - этому же критерию. Все расчеты проводятся согласно источнику [10].

$$n :=$$

Цилиндрическая оболочка
Эллиптическая оболочка

$$\text{Тип} := \begin{cases} \text{"Цилиндрическая оболочка"} & \text{if } n = 1 \\ \text{"Эллиптическая оболочка"} & \text{if } n = 2 \end{cases}$$

Диаметры укрепляемых элементов вычисляются по формулам:

$$D_p := \begin{cases} D_p \leftarrow D & \text{if } n = 1 \\ D_p \leftarrow \frac{D^2}{2H} \cdot \sqrt{1 - 4 \cdot \frac{D^2 - 4H^2}{D^4} \cdot x^2} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Тип = "Цилиндрическая оболочка"

$$D_p = 1.2 \text{ m}$$

Расчетный диаметр отверстия в стенке:

$$d_p := \begin{cases} d_p \leftarrow d + 2c_s & \text{if } n = 1 \\ d_p \leftarrow \frac{d + 2c_s}{\sqrt{1 - \left(\frac{2x}{D_p}\right)^2}} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$d_p = 0.15 \text{ m}$$

Проверка условий применения формул для расчета необходимости укрепления

отверстий:

$$\begin{aligned}
 \text{Usl}_1 := & \left| \begin{array}{l} \text{if } n = 1 \\ \quad \left| \begin{array}{l} \text{"Отношение диаметров НЕ выполняется"} \quad \text{if } \frac{d_p - 2c_s}{D} > 1 \\ \text{"Отношение толщины к диаметру НЕ выполняется"} \quad \text{if } \frac{s - c_0}{D} > 1 \\ \text{"Условия применения формул выполняются"} \quad \text{otherwise} \end{array} \right. \\ \text{if } n = 2 \\ \quad \left| \begin{array}{l} \text{"Отношение диаметров НЕ выполняется"} \quad \text{if } \frac{d_p - 2c_s}{D} > 0.6 \\ \text{"Отношение толщины к диаметру НЕ выполняется"} \quad \text{if } \frac{s - c_0}{D} > 0.1 \\ \text{"Условия применения формул выполняются"} \quad \text{otherwise} \end{array} \right. \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

Usl_1 = "Условия применения формул выполняются"

Расчётная толщина стенки оболочки

$$s_p := \left| \begin{array}{l} s_p \leftarrow \frac{P_r \cdot D_p}{2 \cdot \phi \cdot \sigma_d - P_r} \quad \text{if } n = 1 \\ s_p \leftarrow \frac{P_r \cdot D_p}{4 \cdot \phi \cdot \sigma_d - P_r} \quad \text{otherwise} \end{array} \right.$$

$$s_p = 4.335 \times 10^{-4} \text{ m}$$

Расчётная толщина стенки штуцера

$$s_{p1} := \frac{P_r \cdot (d + 2 \cdot c_s)}{2 \cdot \sigma_{d1} \cdot \phi - P_r} = 5.429 \times 10^{-5} \text{ m}$$

Расчётные длины штуцеров

$$l_{1p} := \min[l_1, 1.25 \sqrt{(d + 2 \cdot c_s) \cdot (s_1 - c_s)}] = 0.048 \text{ m}$$

$$l_{3p} := \min[l_3, 0.5 \sqrt{(d + 2 \cdot c_s) \cdot (s_3 - 2c_s)}] = 0 \text{ m}$$

Расчётная ширина накладного кольца

$$l_{2p} := \min[l_2, \sqrt{D_p \cdot (s_2 + s - c_0)}] = 0.01 \text{ m}$$

Расчётная ширина зоны укрепления в обечайках и днищах при отсутствии торообразной вставки или сварного кольца

$$l_p := \sqrt{D_p \cdot (s - c_0)} = 0.109 \text{ m}$$

Отношение допускаемых напряжений для внешней части штуцера

$$X1 := \min\left(1, \frac{\sigma_{д1}}{\sigma_{д}}\right) = 1$$

для накладного кольца

$$X2 := \min\left(1, \frac{\sigma_{д2}}{\sigma_{д}}\right) = 1$$

для внутренней части штуцера

$$X3 := \min\left(1, \frac{\sigma_{д3}}{\sigma_{д}}\right) = 1$$

Расчётный диаметр одиночного отверстия не требующий доп. Укрепления

$$d_{op} = 0.4 * \sqrt{D_p * (s - c_0)} = 189 \text{ мм}$$

Расчётный диаметр одиночного отверстия не требующий доп. укрепления при наличии избыточной толщины стенки сосуда

$$d_0 = 2\left[\frac{(s-c_0)}{s_p} - 0.8\right]\sqrt{D_p * (s - c_0)} = 263.53 \text{ мм}$$

Если расчетный диаметр одиночного отверстия удовлетворяет условию

$$d_0 \geq d_p$$

то дальнейших расчетов укрепления отверстий не требуется. В случае невыполнения условия необходим расчет укрепления.

Проведем проверку данного условия:

Проверка необходимости укрепления отверстия:

$$Usl_2 := \begin{cases} \text{"Необходимо укрепление отверстия"} & \text{if } d_0 < d \\ \text{"Укрепление отверстия не требуется"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$Usl_2 = \text{"Укрепление отверстия не требуется"}$$

Вывод: Рассчитан вал по РДРТМ 26-01-72-82 на жесткость, прочность и виброустойчивость, все необходимые условия выполнены.

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	48
		№	л			

Произведен поверочный расчет обечайки корпуса на устойчивость в рабочем состоянии, так и при гидравлических испытаниях прочность выполняется.

Так же проверены на прочность крышка и днище, условие прочности выполняется.

Толщина стенки гладкой теплообменной рубашки:

$$s_p = 4 \text{ mm}$$

Толщина стенки цилиндрической обечайки:

$$s_s = 10 \cdot \text{mm}$$

Толщина стенки крышки:

$$S_{ks} = 4 \text{ mm}$$

Толщина стенки днища:

$$s_{dS} = 10 \cdot \text{mm}$$

Рассчитаны отверстия в цилиндрической обечайке и плоском днище в соответствии с ГОСТ 34233.3-2017[10]. По расчету, нет необходимости укреплять отверстия накладными кольцами.

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	49
		№	1			

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Настоящий проект посвящен разработке смесителя – гранулятора для производства аллохола. Основными потребителями результатов проекта станут предприятия фармацевтической промышленности.

В таблице 1 приведен SWOT-анализ, проведенный с целью изучения сильных и слабых сторон проекта и основных возможностей и угроз.

Таблица 7 – SWOT-анализ

	Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта
	<p>C1 Опыт коллектива проекта в разработке аппаратуры для фармацевтической промышленности</p> <p>C2 Более высокая производительность конечного оборудования</p> <p>C3 Высокая эффективность технологии</p> <p>C4 Использование материалов и комплектующих отечественного производства</p>	<p>Сл1 Необходимость дополнительных работ по модернизации оборудования</p> <p>Сл2 Необходимость дополнительных капиталовложений для модернизации</p>
<p>Возможности</p> <p>V1 Востребованность результатов проекта среди российских и зарубежных фармацевтических компаний</p> <p>V2 Возможность использования наработок, полученных в рамках проекта, для модернизации оборудования, предназначенного для получения иных препаратов</p> <p>V3 Возможность привлечения инвесторов из фармацевтической промышленности</p>		
<p>Угрозы</p> <p>У1 Развитие более эффективных альтернативных</p>		

технологий У2 Сбой поставок необходимых материалов и комплектующих из-за рубежа		
--	--	--

С целью выявления взаимосвязей между областями таблицы 7 составлены интерактивные матрицы проекта (Таблица 8):
Таблица 8 – Интерактивные матрицы проекта

Сильные стороны проекта

		C1	C2	C3	C4
Возможности проекта	B1	+	+	+	-
	B2	+	+	+	-
	B3	+	+	+	+
Угрозы проекта	У1	+	+	+	-
	У2	-	-	-	+

Слабые стороны проекта

		Сл1	Сл2
Возможности проекта	B1	+	+
	B2	-	-
	B3	+	+
Угрозы проекта	У1	-	-
	У2	-	-

На основании интерактивных матриц проекта, сформирована итоговая таблица SWOT-анализа (Таблица 9).

Таблица 9 – Итоговая таблица SWOT-анализа проекта

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>С1 Опыт коллектива проекта в разработке аппаратуры для фармацевтической промышленности</p> <p>С2 Более высокая производительность конечного оборудования</p> <p>С3 Высокая эффективность технологии</p> <p>С4 Использование материалов и комплектующих отечественного производства</p>	<p>Слабые стороны проекта</p> <p>Сл1 Необходимость дополнительных работ по модернизации оборудования</p> <p>Сл2 Необходимость дополнительных капиталовложений для модернизации</p>
<p>Возможности</p> <p>В1 Востребованность результатов проекта среди российских и зарубежных фармацевтических компаний</p> <p>В2 Возможность использования наработок, полученных в рамках проекта, для модернизации оборудования, предназначенного для получения иных препаратов</p> <p>В3 Возможность привлечения инвесторов из фармацевтической промышленности</p>	<p>Опыт и компетенции коллектива в области разработки оборудования фармацевтической промышленности делают проект перспективным для российских и зарубежных компаний. Данный интерес может привести к успешным поискам инвесторов, привлечение средств которых позволит нивелировать слабые стороны проекта.</p>	<p>Есть возможность устранения слабых сторон проекта посредством привлечения инвесторов.</p>
<p>Угрозы</p> <p>У1 Развитие более эффективных альтернативных технологий</p> <p>У2 Сбой поставок необходимых материалов и комплектующих из-за рубежа</p>	<p>Решающими сильными сторонами проекта становятся компетенции коллектива и использование материалов и комплектующих российских производителей.</p>	<p>По сравнению с проведением работ по модернизации оборудования, закупка и введение в эксплуатацию новых технологических линий является более трудо- и капиталозатратным процессом.</p>

Основными сильными сторонами проекта является опыт коллектива в разработке аппаратов фармацевтической промышленности и использование отечественных материалов. Отдельно следует обратить внимание на возможность привлечения инвесторов, смягчающую слабые стороны проекта.

Планирование научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Порядок составления этапов и работ и распределение исполнителей по данным этапам работ представлены в таблице 10:

Таблица 10 – Перечень работ и распределение исполнителей

Номер работ	Содержание работ	Исполнитель
1	Составление и разработка технического задания	НР
2	Изучение материалов по теме исследования	И
3	Выбор направления исследования	НР, И
4	Календарное планирование работ	НР
5	Проведение расчетов с использованием ПО MathCAD	И
6	Оценка эффективности полученных результатов	НР
7	Разработка чертежей с использованием ПО КОМПАС 3D	И
8	Проверка разработанных чертежей	НР
9	Составление пояснительной	И

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	53
		№	1			

Определение трудоемкости выполнения работ

Ожидаемую трудоемкость работ рассчитывают по формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

где: $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.; $t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.; $t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

На выполнение работ выделено 4 месяца, что в календарных днях равно 97 дням. Кратчайший срок выполнения проекта – 68 дней, максимальный – 95 дней. Ожидаемая трудоемкость – 79 дней (Таблица 11).

Таблица 11 – Минимальная, максимальная и ожидаемая трудоемкость работ

Номер работ	Содержание работ	Исполнитель	Минимальная трудоемкость	Максимальная трудоемкость	Ожидаемая трудоемкость
1	Составление и разработка технического задания	НР	2	4	3
2	Изучение материалов по теме исследования	И	10	14	12
3	Выбор направления исследования	НР, И	4	6	5
4	Календарное планирование работ	НР	2	4	3
5	Проведение расчетов с использованием ПО MathCAD	И	15	20	17

6	Оценка эффективности и полученных результатов	НР	3	4	3
7	Разработка чертежей с использованием ПО КОМПАС 3D	И	10	14	12
8	Проверка разработанных чертежей	НР	2	4	3
9	Составление пояснительной записки	И	20	25	22
Итого			68	95	79

С учетом ожидаемой продолжительности работ, по формуле определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} :

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.; $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.; $Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Продолжительность работ в рабочих днях приведена в таблице 12:

Таблица 12 – Продолжительность работ

Номер работ	Содержание работ	Исполнитель	Продолжительность работ, раб. дн.
1	Составление и разработка технического задания	НР	3
2	Изучение материалов по теме исследования	И	12
3	Выбор направления исследования	НР, И	3
4	Календарное планирование работ	НР	3
5	Проведение расчетов с использованием ПО MathCAD	И	17
6	Оценка эффективности полученных результатов	НР	3

				ФЮРА.066562.006.ПЗ		55
		№	1			

7	Разработка чертежей с использованием ПО КОМПАС 3D	И	12
8	Проверка разработанных чертежей	НР	3
9	Составление пояснительной записки	И	22
Итого			78

Разработка графика проведения научного исследования

Для построения графика Гантта, по формуле переведем рабочие дни в календарные:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}},$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях; T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях; $k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности, который рассчитывается по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году; $T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году; $T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 52 - 14} = 1,22$$

Значения, полученные по формуле, представлены в таблице 13 и использованы для построения графика Гантта (Рисунок 10).

Таблица 13 – Продолжительность работ в календарных днях

Номер работ	Содержание работ	Исполнитель	Продолжительность работ, кал. дн.
1	Составление и разработка технического задания	НР	4
2	Изучение материалов по теме исследования	И	15
3	Выбор направления исследования	НР, И	4
4	Календарное планирование работ	НР	4
5	Проведение расчетов с использованием ПО MathCAD	И	21

6	Оценка эффективности полученных результатов	НР	4
7	Разработка чертежей с использованием ПО КОМПАС 3D	И	15
8	Проверка разработанных чертежей	НР	4
9	Составление пояснительной записки	И	27
Итого			95

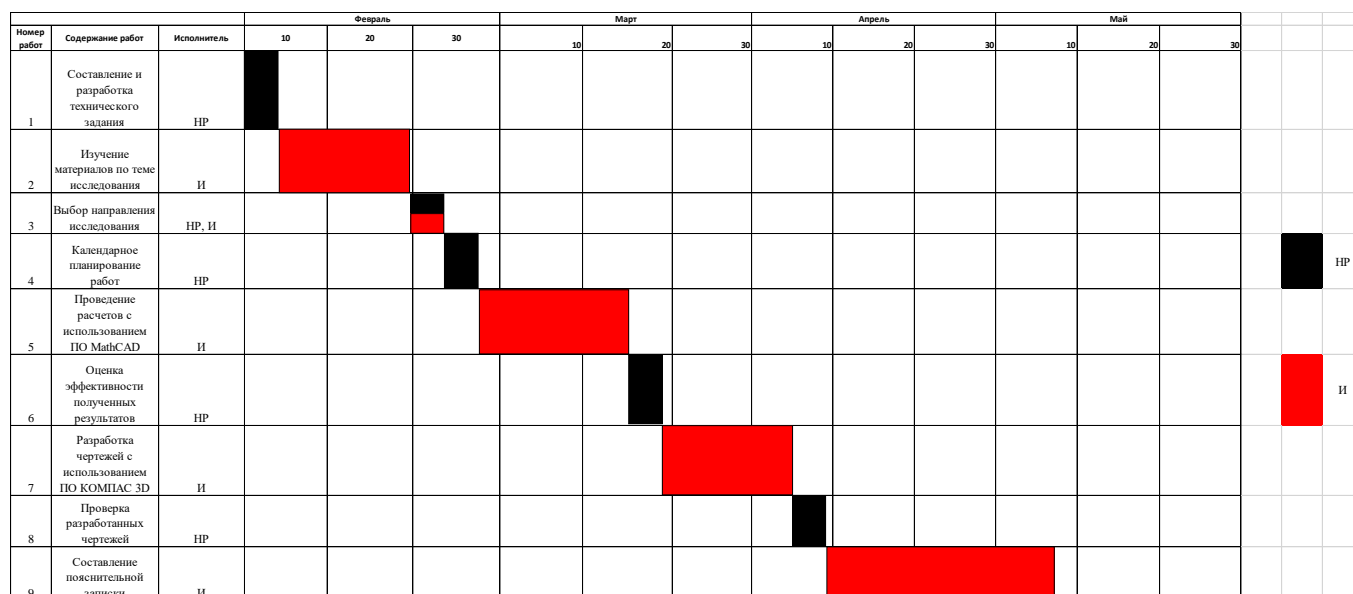


Рисунок 10. План-график работ.

Вывод: В соответствии с рисунком 1 продолжительность проектирования составило 10 декад, начиная с первой декады февраля, заканчивая первой декадой мая. Продолжительность рабочего времени составило 78 дней.

Затраты на выполнения НИИ

Произведем расчеты основных затрат, которые будут входить в бюджет НИИ. В процессе формирования бюджета НИИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- Материальные затраты НИИ;
- Затраты на оборудование;
- Основная заработная плата исполнителей темы;
- Дополнительная заработная плата исполнителей темы;

- Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- Накладные расходы.

Материальные затраты проекта

Расчет материальных затрат в рамках проекта проводится по формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \times \sum_{i=1}^m C_i \times N_{расх\ i},$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых в процессе выполнения работ; $N_{расх\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию (шт., кг, л, и т.д.); C_i – цена единицы i -го вида материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./л и т.д.); k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы (принимается в размере 15% от стоимости материалов).

Материальные затраты различных исполнений проекта представлены в таблице 14:

Таблица 14 – Материальные затраты проекта

Наименование	Количество, шт.	Цена за единицу, руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага	пачка	298	298
Картридж для принтера	1	1100	1100
Тетрадь	2	50	100
Ручка	2	45	90
Карандаш	2	20	40
Всего за материал			1628
Транспортно – заготовительные расходы (3-5%)			244
Итого			1872

Таблица 15 – Материальные затраты на оборудование и программное обеспечение

Наименование основных средств	Количество основных средств, шт.	Стоимость. руб.	Общая стоимость, руб.
Компьютер	1	70000	70000
ПО Microsoft office	1	2660	2660
Mathcad Application	1	30000	30000
Компас 3D	1	127000	127000
Итого			229660

Затраты не учитываются, так как оборудование и программное обеспечение было приобретено ранее.

Расчет амортизационных отчислений

Амортизационные отчисления с учетом срока эксплуатации оборудования, его стоимости и норм амортизации рассчитываются по формуле:

Норма амортизационных вычислений вычисляется по формуле:

$$N_A = \frac{1}{T} \times 100\%,$$

где N_A – норма амортизации, %; T – срок полезного использования, лет.

$$N_A = \frac{1}{3} \times 100\% = 33,3\%$$

Готовые амортизационные отчисления:

$$A_{\text{год}} = 70000 \cdot 0,33 = 23100 \text{ руб.}$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_{\text{мес}} = \frac{23100}{12} = 1925 \text{ руб.}$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 1925 \cdot 5 = 9625 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата исполнителей темы

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) рассчитывается по следующей формуле :

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.; $Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 48 раб.дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

Таблица 16 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	44	48
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	56	28
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	276

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \times (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}}$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.; $k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$); $k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2; $k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Произведем расчет фонда заработной платы производственных рабочих и занесем результаты в Таблице 17.

Таблица 17 - Расчет фонда заработной платы производственных рабочих

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб.дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	35120	0,3	0,2	1,3	68484	2826	20	56520
ФЮРА.066562.006.ПЗ								60
№								Л

Инженер	26300	0,3	0,2	1,3	51285	1932	82	158424
---------	-------	-----	-----	-----	-------	------	----	--------

Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле :

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12). Результаты расчета приведены в Таблице 18.

Таблица 18 – Расчет дополнительной заработной платы исполнителей темы

Зарботная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	56520	158424
Дополнительная зарплата	6782,4	19010,88
Зарплата исполнителя	63302,4	177434,88

Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}})$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Размер ставки страховых взносов равен 30%. Таким образом:

$$З_{\text{внеб}} = 0,3 \cdot (31651,2 + 140649,6) = 72221,18 \text{ руб.}$$

Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется, как сумма предварительно рассчитанных статей, умноженная на коэффициент накладных расходов, который можно принять в размере 0,16.

Таблица 19 – Расчет накладных расходов проекта

Наименование статьи	Сумма, руб.

5. Социальная ответственность

Введение

В выпускной квалификационной работе рассматривается разработка смесителя – гранулятора для производства лекарственного препарата «Аллохол». Данная установка применяется на заводе производственной фармацевтической компании «Фармстандарт». ОАО «Фармстандарт Томскнефтифарм» зарегистрировано по адресу город Томск, пр. Ленина д. 211

Препарат «Аллохол», изготавливаемый в оборудовании, применяется при хроническом реактивном гепатите, холецистите, атоническом запоре, холангите, дискинезии желчевыводящих путей, постхолецистэктомическом синдроме.

В данном разделе выпускной квалификационной работы изложены вредные и опасные факторы основного оборудования производства лекарственного препарата «аллохола», рассматриваются возможные производственные аварии, способы защиты, порядок применения спецодежды, защита работающих в чрезвычайных ситуациях, то есть выделяются возможные опасные ситуации и разрабатываются меры их предупреждения и ликвидации, а также изложены правила, регламентирующие трудовое законодательство в данной области.

Объектом исследования, является смеситель – гранулятор, который располагается в закрытом сухом отапливаемом помещении с хорошими условиями освещённости.

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В целях сохранения и повышения работоспособности, ускорения адаптации к действию неблагоприятных условий труда, профилактики заболеваний, работающим в контакте с химическими веществами следует два раза в год проводить витаминизацию.

Каждому работнику рабочему выдаются средства индивидуальной защиты и смывающие вещества в соответствии с нормами выдачи на 1 работника в месяц [12].

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	64
		№	1			

Для исключения возможности несчастных случаев должны проводиться обучение, инструктажи и проверка знаний работников требований безопасности труда.

Одной из гарантий реализации права работников на здоровые и безопасные условия труда является надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде и охране труда.

К числу специально уполномоченных государственных органов, осуществляющих надзор и контроль за соблюдением законодательства об охране труда и не зависящих в своей деятельности от работодателей, относятся Федеральная инспекция труда (Рострудинспекция), Госгортехнадзор, Госатомнадзор, Госэнергонадзор, Государственная экспертиза условий труда, общественный контроль.

Основным объектом в производственных условиях является рабочее место, представляющее собой в общем случае пространство, в котором может находиться человек при выполнении производственного процесса. Рабочее место является основной подсистемой производственного процесса. Эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливать его соответствие антропометрическим, физиологическим, психофизиологическим и психологическим свойствам человека и обусловленным этими свойствами гигиеническим требованиям с целью сохранения здоровья человека и достижения высокой эффективности труда, к тем его элементам, которые сопряжены с человеком при выполнении им трудовых действий в процессе эксплуатации, монтажа, ремонта, транспортирования и хранения производственного оборудования.

При установлении эргономических требований к производственному оборудованию необходимо рассматривать оборудование в комплексе со средствами технологической и в необходимых случаях организационной оснастки.

Перед запуском в работу проводится осмотр основного оборудования с целью устранения возможных проблем и неполадок. Уровни физических, химических и биологических опасных и вредных производственных факторов, генерируемых

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	65
		№	1			

производственным оборудованием в рабочую зону, а также воздействующих на работающего при непосредственном контакте с элементами конструкции, должны соответствовать требованиям безопасности, установленным нормативно-технической документацией, утвержденной в установленном порядке.

Рабочее место должно обеспечивать возможность удобного выполнения работ в положении стоя. При выборе положения работающего необходимо учитывать:

- физическую тяжесть работ;
- размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего в процессе выполнения работ;
- технологические особенности процесса выполнения работ (требуемая точность действий, характер чередования по времени пассивного наблюдения и физических действий, необходимость ведения записей и др.).

На предприятии разработаны санитарные требования к территории, водоснабжению, канализации, зданиям и помещениям, оборудованию, инвентарю, тарам, сырью и технологическому процессу.

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	66
		№	1			

Производственная безопасность. Анализ выявленных вредных факторов.

Таблица № 21. - Вредные и опасные факторы.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Химически опасные и вредные вещества	+	+	+	- СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [8].
2. Повышенный уровень шума	+	+	+	- ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [9]. - СП 51.13330.2011. Защита от шума [14].
3. Отклонение показателей микроклимата		+	+	- ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [7]. - СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [12].
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны.		+	+	- СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение [13].
5. Взрывоопасность.	+	+	+	- ГОСТ 12.1.004-91* ССБТ. «Пожарная безопасность. Общие требования» [15]. - Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. 123 – ФЗ. 2008 [16].
6. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;		+	+	- ГОСТ 12.1.038 – 82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов [10]

Аппарат для извлечения препарата, «Аллохола», находится в производственном помещении ОАО «Фармстандарт Томскнефтифарм» в г. Томск.

Работа, производимая персоналом для изготовления препарата, относится к работе легкой степени, так как для ее выполнения перенос предметов свыше 15 кг не осуществляется. Помещение соответствует стандартам GMP.

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	67
		№	/			

При работе в производственном помещении шум возникает при работе на СГЦ-1000. Нормирующими характеристиками постоянного шума на рабочих местах являются уровни звуковых давлений в октановых полосах 78 дБА со среднегеометрическими частотами 500 Гц. А нормирующий уровень 80 дБА. Следовательно, уровень шума соответствует ГОСТ 12.1.003-2014.

Меры по борьбе с шумами:

1. правильная организация труда и отдыха;
2. снижение и ослабление шума с своевременной заменой изношенных частей;
3. применение звукопоглощающих преград;
4. применение глушителей шума;
5. применение средств индивидуальной защиты от шума (наушники, шлемы).

Отклонение показателей микроклимата

Оптимальные и допустимые метеорологические условия для рабочей зоны регламентированы GMP и ГОСТ 12.1.005 – 88.

Неблагоприятные микроклиматические условия могут привести к снижению производственных показателей в работе, и стать причиной таких заболеваний как радикулит, различные формы простуды, тонзиллит, хронический бронхит и др.

Для производственного помещения существует оптимальная и допустимая норма температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Для холодного и переходного периодов года оптимальные параметры микроклимата следующие: оптимальная температура воздуха 20-23°C (допустимая 19-25°C), оптимальная относительная влажность 40-60% (допустимая 75%), оптимальная скорость движения воздуха до 0,2 м/с (допустимая до 0,2 м/с).

Для теплого периода оптимальные параметры микроклимата следующие: температура воздуха 18-22°C, относительная влажность 40-60%, скорость движения

воздуха до 0,2 м/с.				ФЮРА.066562.006.ПЗ	69
	№	/			

Все показатели микроклимата в помещении соответствуют стандартным нормам GMP и СанПиН 2.2.4.548 – 96.

Температуру в рабочей зоне в холодное время поддерживается отопление, а в теплое, вентиляцией.

Температуру и относительную влажность воздуха при наличии источников теплового излучения и воздушных потоков на рабочем месте следует измерять аспирационными психрометрами.

Недостаточная освещенность рабочей зоны.

Успешное выполнение рабочих операций требует рационального освещения помещений и рабочих мест, что часто достигается совмещением естественного и искусственного освещения.

Недостаточность освещения влияет на зрительный аппарат, то есть определяет его зрительную работоспособность. Также недостаток освещения может влиять на эмоциональное состояние и психику человека, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов.

По освещенности производственное помещение относится к VIII разряду зрительной работы (общее наблюдение за ходом производственного процесса), величина нормируемой освещенности составляет 200 лк и соответствует требованиям GMP и СП 52.13330.2016.

Для освещения помещения в соответствии с характером выполняемых работ применяют люминесцентные лампы низкого давления дневного света ЛБ - 40.

Контроль естественного и искусственного освещения в производственных помещениях следует проводить один раз в год. Для этого используется портативный люксметр "ТКА-Люкс".

Пожаровзрывоопасность

В производственном помещении используется большое количество различных органических веществ. Большинство органических веществ легко воспламеняются на воздухе. В связи с этим производственное помещение – это

места повышенной взрывопожароопасности. Производственное помещение

ФЮРА.066562.006.ПЗ

70

№

1

согласно ст. 27 п. 5 отнесены к категории А – «Повышенная взрывопожароопасность».

В помещении, где производится препарат, представленный в данной работе, предприняты все необходимые противопожарные меры согласно нормативным документам. В помещении организован свободный проход аппарату, в коридоре, доступ к пожарным лестницам .

Производство оснащено противопожарным инвентарем и оборудованием:

- 1) Огнетушитель типа ОУ-2 (углекислотный, газовый) для тушения всех видов горючих веществ и электроустановок;
- 2) Парашковой огнетушитель типа ОП-2 для тушения оборудования, элементов оборудования, находящихся под напряжением;
- 3) Ящик с песком для тушения огня на горизонтальной поверхности.

Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

Источниками электрической опасности являются:

- оголенные части проводов или отсутствие изоляции;
- отсутствие заземления;
- замыкания;
- статическое напряжение.

От токоведущих частей электроустановок человека защищают изолирующие защитные средства. Они подразделяются на основные и дополнительные.

Основными изолирующими средствами защиты разрешается прикасаться к токоведущим частям электроустановок, имеющих рабочее напряжение до 1000 Вольт. В первую очередь, к таким защитным средствам относится слесарно-монтажный инструмент, снабженный изолирующими рукоятками – плоскогубцы, ножи, отвертки и т.п.

Электробезопасность работающего персонала и посторонних лиц должна обеспечиваться выполнением следующих мероприятий:

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	71
		№	/			

– при проектно-производственных дефектах сооружения.

Здание производственного помещения находится в черте города Томска.

Стены здания сложены из керамического кирпича и обладают большой прочностью.

Здание устойчиво к воздействию природных опасностей – ураганов, наводнений и способно обеспечить защиту находящихся в нем людей от природных опасностей.

Во избежание затопления подвальных помещений талыми водами своевременно производится очистка прилегающей территории от снега. В здании предусмотрено несколько аварийных выходов.

Во время военных конфликтов при угрозе нападения противника по телерадиационной сети передают сигнал тревоги «воздушная тревога». По сигналу тревоги необходимо отключить свет, все работающее электрооборудование, выключить рубильники, закрыть окна и покинуть помещение в соответствии с планом эвакуации рисунок № 11.

При стихийном бедствии необходимо оповестить всех работников производства об угрозе его возникновения, отключить все электроприборы. Если возникает угроза для жизни, то следует эвакуировать людей по плану эвакуации.



Рисунок №11. План эвакуации.

		№	1	

Вывод

В разделе социальная ответственность рассмотрена безопасность и экологичность нахождения сотрудников в цехе производства таблеток, поставлены вопросы соблюдения прав персонала на труд, выполнения требований к безопасности и гигиене труда, к промышленной безопасности, охране окружающей среды и ресурсосбережению.

Рассмотрены меры исключаяющие несчастные случаи в производстве, и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

Данные по разделу могут быть введены в производство, но с использованием дополнительных данных и расчетов.

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	74
		№	1			

Заключение

В рамках данной выпускной квалификационной работы был проведен технологический и конструктивно – механический расчет смесителя с перемешивающими устройствами, предназначенный для смешивания сырья производства лекарственного препарата аллохола.

В результате произведенных расчетов были определены основные геометрические параметры аппарата, а так же выбрана мешалка и ножи.

По результатам механических расчетов, можно сделать заключение, что все подобранные элементы аппарат удовлетворяют условиям прочность и устойчивости и вал перемешивающего устройства, так же выполняет условиям прочность, жёсткости и виброустойчивости.

В разделе « Социальная ответственность» рассмотрена безопасность и экологичность нахождения сотрудников в цехе производства таблеток, поставлены вопросы соблюдения прав персонала на работу, выполнения притязаний к защищенности и гигиене труда, к промышленной защищенности, охране находящейся вокруг среды и ресурсосбережению.

Рассмотрены меры исключаяющие несчастные случаи в производстве, и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» определен коммерческий потенциал разработки. Методом SWOT-анализа исследованы сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы. Наиболее значимыми преимуществами проекта оказались использование отечественных материалов, комплектующих и сырья, а также возможность привлечения инвесторов из сферы фармацевтической промышленности.

Составлен план-график работ, включающий 9 пунктов.

Рассчитан бюджет трех исполнений проекта, который во всех случаях составил менее 400 тыс. руб.

					ФЮРА.066562.006.ПЗ	75
		№	/			

Список использованных источников

1. ГОСТ 34233.1-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования. – Изд. Офиц. Москва: Стандартинформ, 2017.-56 с.- Государственные стандарты.
2. Лацинский А.А.. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: справочник / А.А. Лацинский, А.Р. Толщинский. – Москва; Ленинград; Машгиз, 1963.-464 с.: ил.. – Библиогр.: с. 465-468.
3. ГОСТ 34233.2-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек. - Изд. Офиц. Москва: Стандартинформ, 2017.-56 с.- Государственные стандарты.
4. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Примеры и задачи : учебное пособие для вузов/ М.Ф. Михалев [и др.]; под ред. М.Ф. Михалева. - 2-ое изд., испр. и доп.. – Москва: АРИС, 2010, - 310 с.: ил.
5. Беляев В.М., Расчет и конструирование основного оборудования отрасли. Часть 1. Аппараты с механическими перемешивающими устройствами: учебное пособие / В.М. Беляев, В.М. Миронов, В.В. Тиханов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 92 с.
6. АТК 24.201.17-90 Мешалки. Типы, параметры, конструкция, основные размеры и технические требования. – Изд. офиц. М.: Министерство тяжелого машиностроения СССР, 1991 год. – 49 с. – Альбомы типовых конструкций.
7. Расчет химического аппарата с механическим перемешивающим устройством. Методическое указание / Сост: Л. Н. Аксенов, Н. Н. Лясникова, С. А. Куванин, Е. С. Соколов-Бородкин, В. Ф. Хвостов, В. Н. Чечко. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2005 – 88 с.
8. Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли. Ч. П. Тонкостенные сосуды и вращающиеся делалы / сост. В. М. Беляев; Томский политехнический университет. – 2-е изд., испр. и доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. – 196 с.

9. РД РТМ 26-01-72-82 Валы вертикальные аппаратов с перемешивающими устройствами. Методы расчета. Изд. офиц. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2005. – 21 с. – Государственные стандарты.
10. ГОСТ 34233.3-2007 Сосуды и аппараты. Нормы и метода расчета на прочность. Укрепление отверстий в обечайках и днищах при внутреннем и внешнем давлениях. Расчет на прочность обечаек и днищ при внешних статических нагрузках на штуцер. – Изд. офиц. Москва: Стандартинформ, 2017. – 48 с. – государственные стандарты.
11. Лацинский, А. А.. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: справочник / А. А. Лацинский, А. Р. Толчинский. – Москва; Ленинград: Машгиз, 1963. – 464 с.: ил.. – Библиогр.: с. 465-468.
12. АТК 24.218.06-90 Штуцера для сосудов и аппаратов стальных сварных. Типа, основные параметры, размеры и общие технические требования. – Акционерное общество «Центральное конструкторское бюро нефтеаппаратуры» (АО ЦКБН), 1995. – 46 с. – Альбомы типовых конструкций.
13. Основные процессы а аппараты химической технологии. Пособие по проектированию : учебное пособие / под ред. Ю. И. Дытнерского. – Изд. стер.. – Москва: Альянс, 2005. – 493 с.: ил., черт.
14. ГОСТ 20680-2002 Аппараты с механическими перемешивающими устройствами. Общие технические условия. – Изд. офиц. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 49 с. – Государственные стандарты.
15. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: учебник для вузов. – М.: Изд- во Юрайт, 2013. – 671с.
16. Кукин П.П., Лапин В.Л. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств: учеб. пособие.- М.: Высшая школа, 1999. – 318с.
17. Назаренко О.Б. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие.- Томск: Изд – во ТПУ, 2001. – 83с.
18. Панин В.Ф., Сечин А.И., Федосова В.Д. Экология для инженера://под ред. проф. В.Ф.Панина. – М: Изд. Дом «Ноосфера», 2000.-284с.

19. Дашковский А.Г., Романцов И.Г. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения в чрезвычайных ситуациях. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2008 – 19с.
20. Нормативная литература:
21. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
22. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"
23. ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
24. ГОСТ 12.1.038 – 82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
25. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы.
26. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
27. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение
28. СП 51.13330.2011. Защита от шума.
29. ГОСТ 12.1.004-91* ССБТ. «Пожарная безопасность. Общие требования»
30. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. 123 – ФЗ. 2008.
31. ГОСТ 12.3.002–75. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
32. СП 2.2.2.1327-03. Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту.
33. Трудовой кодекс Российской Федерации от 01.05.2021 года.
34. Методическое указание для выполнения финансовой части ВКР – специалист: сайт. – Томск, 2021. – URL:

https://portal.tpu.ru/SHARED/t/TTG1/Teacher_materials/ВКР/ТАВ/МУ%20для%20вып

[оления%20раздела%20ВКР-.pdf](#) (дата обращения 28.04.2021 г). – Текст: электронный.

35. Интертекс консалтинг: официальный сайт. – Москва. – URL: <http://www.itc-equip.com/smesiteli/smesitel-granulyator-vertikalnyj-dlya-vysokokachestvennyh-produktov/> (дата обращения 04.02.2021). – Текст электронный.

36. Дзержинсктехномаш: официальный сайт. - Москва. - URL: <https://www.dtm.com.ru/catalogue/4/> (дата обращения 04.02.2021). – Текст электронный.

37. Фармстандарт: официальный сайт. – Москва. - URL: <https://pharmstd.ru/index.php?page=11&lid=123> (дата обращения 04.02.2021). – Текст электронный.

38. Википедия: Свободная энциклопедия: официальный сайт. – Москва. - URL:<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B1%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%BA%D0%B8> (дата обращения 04.02.2021). –Текст электронный.