

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Транспортные и технологические машины»

СРЕДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ АВТОСЕРВИСА

*Методические рекомендации к курсовому проектированию
для студентов специальности 1-37 01 07 «Автосервис»
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2024

УДК 629.13
ББК 39.38
С79

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Транспортные и технологические машины»
«23» мая 2024 г., протокол № 9

Составители: канд. техн. наук, доц. В. Д. Рогожин;
ст. преподаватель М. Л. Петренко

Рецензент канд. техн. наук, доц. А. П. Прудников

Методические рекомендации к курсовому проектированию предназначены
для студентов специальности 1-37 01 07 «Автосервис» очной и заочной
форм обучения.

Учебное издание

СРЕДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ АВТОСЕРВИСА

Ответственный за выпуск	И. В. Лесковец
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.

Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2024

Содержание

Введение.....	4
1 Сертификация технологического оборудования, используемого при проведении ТО и ТР автомобилей на ОАС.....	5
2 Обзор конструкций технологического оборудования и его классификация.....	7
3 Анализ конструкции оборудования, цель и задачи модернизации.....	11
4 Обоснование исходных данных для выполнения модернизации технологического оборудования.....	15
5 Анализ полученных результатов и разработка конструкторских решений по модернизации оборудования (или его части).....	18
6 Определение технических характеристик модернизированного оборудования, описание особенностей его функционирования.....	27
7 Составление последовательности выполнения операций в технологическом процессе с учетом модернизации оборудования.....	28
8 Составление перечня требований, ТУ и указаний по безопасному выполнению операций технологического процесса на модернизированном оборудовании.....	29
9 Разработка структуры ремонтного цикла для модернизированного технологического оборудования.....	30
10 Требования к заключению.....	32
Список литературы.....	33

Введение

Интенсивный рост автомобильного парка является одной из движущих сил развития системы технического обслуживания (далее – ТО) и ремонта (далее – Р) автомобилей, разработки и внедрения прогрессивных методов организации и технологии ТО и Р автомобилей, нового технологического оборудования, приспособлений и инструмента. В связи с этим возникает необходимость совершенствования действующей системы ТО и Р автомобилей, развития рынка услуг автосервиса и производственно-технической базы (ПТБ) предприятий автомобильного транспорта (АТ). Развитие рынка услуг автомобильного сервиса требует постоянного совершенствования ПТБ путем строительства новых, реконструкции, расширения и технического перевооружения действующих предприятий АТ.

Курсовое проектирование имеет своей целью:

- расширение и закрепление теоретических и практических знаний по проектированию ОАТ, ОАС и применение этих знаний к решению конкретных научных и производственных задач;
- развитие навыков самостоятельной работы;
- развитие знаний и навыков, способствующих совершенствованию или разработке технологических процессов для ОАТ, ОАС.

Задание на курсовой проект содержит девять разделов. В задании на проектирование, кроме содержания пояснительной записки (далее – ПЗ), также приведены содержание графической части проекта, календарный график работы над частями проекта и датой его защиты. Количество страниц ПЗ проекта не должно превышать 40...45 с. на листах формата А4 (размер шрифта – 12, через один интервал). Графическая часть проекта выполняется на двух листах формата А1, каждый лист формата А1 состоит из двух листов формата А2, оформленных в соответствии с действующими требованиями. Для студентов дневной формы каждый раздел проекта в соответствии с модульно-рейтинговой системой оценивается в течение семестра определенным количеством баллов в зависимости от трудоемкости его выполнения (итоговый балл за семестр составляет не менее 36 и не более 60).

Итогом работы над проектом является его защита перед комиссией, которая выставляет разработчику отметку с соответствующей записью в ведомости (или рецензии) и зачетной книжке.

1 Сертификация технологического оборудования, используемого при проведении ТО и ТР автомобилей на ОАС

В данном разделе требуется выполнить рассмотрение общих требований к порядку проведения сертификации услуг, оказываемых в организациях автомобильного сервиса (ОАС), ознакомиться с нормативными документами, на основании которых осуществляется подготовка и прохождение сертификации услуг ОАС и технологического оборудования, применяемого при оказании данных услуг.

Общие требования к порядку сертификации услуг в рамках Национальной системы подтверждения соответствия Республики Беларусь изложены в ТКП 5.3.21–2014 *Сертификация оказания услуг по обслуживанию транспортных средств*. Сертификацию услуг проводят аккредитованные органы по сертификации в соответствии с требованиями ТКП 5.3.21–2014. Порядок проведения работ по сертификации услуг по обслуживанию транспортных средств указан на блок-схеме. Для начала проведения работ по сертификации услуг заявителю необходимо подать заявку в орган по сертификации.

Перечень ТНПА, на соответствие которым проводится сертификация.

СТБ 1175–2011 «Обслуживание транспортных средств организациями автосервиса. Порядок проведения».

СТБ 1641–2006 «Транспорт дорожный. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки».

СТБ 960–2011 «Техническое обслуживание и ремонт транспортных средств. Общие требования безопасности».

СТБ 2169–2011 «Транспортные средства, оснащенные двигателями с воспламенением от сжатия. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерения».

СТБ 2170–2011 «Транспортные средства, оснащенные двигателями с принудительным зажиганием. Выбросы загрязняющих веществ в отработавших газах. Нормы и методы измерения».

Перечень необходимого инструмента, технологического оборудования, средств измерения и диагностики должен соответствовать требованиям технологического процесса на выполнение конкретных видов услуг, а также обеспечивать возможность в пределах выполненного объема работ проверки соответствия транспортного средства требованиям безопасности и охраны окружающей среды.

Примерный перечень методов измерений, необходимых для контроля параметров при обслуживании различных узлов, агрегатов и систем транспортных средств. Средства измерений, используемые организацией автосервиса, должны быть внесены в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь и иметь свидетельство о прохождении метрологической поверки. Метрологическая поверка средств измерений осуществляется БелГИМ. Одним из условий качественного ремонта транспортных средств является наличие в организации автосервиса достоверной, полной и актуальной технической докумен-

тации. Большинство заводов-изготовителей транспортных средств обеспечивает доступ к официальной технической документации на своих сайтах.

В качестве технической документации используются также типовые технологические процессы, которые составляются на различные виды услуг, оказываемых в ОАС.

Работы по сертификации работ, услуг осуществляются экспертами-аудиторами органов по сертификации, включенными в реестр Национальной системы подтверждения соответствия Республики Беларусь.

1.1 Перечень операций, выполняемых на технологическом оборудовании, используемом для ТО и ТР автомобилей на ОАС

В данном подразделе курсовой работы указывается полный перечень операций, выполняемых в автосервисе с применением технологического оборудования, заданного в качестве основной модели оборудования, подлежащего модернизации и доработке.

Каждая операция, указанная в перечне, должна быть подробно расписана с указанием назначения данной операции для технологического процесса в структуре обслуживания автомобиля и его систем, используемых при выполнении операции приспособлений, которыми комплектуется или может комплектоваться оборудование, с указанием функций технологического оборудования, запускаемых при выполнении конкретной описываемой операции; необходимо пояснить задаваемые режимы работы оборудования в зависимости от операции.

Подробная последовательность выполнения действий и порядка проведения каждой операции не требуется.

Описание операций может быть оформлено в виде текста, который выполняется для каждой из операций в единой структурной форме: наименование, назначение, влияние на работу обслуживаемой системы или узла, применяемые при выполнении приспособления или их возможное использование с целью повышения производительности труда исполнителя, режим работы оборудования для заданной операции, функции, запускаемые при выполнении операции. Описание операций может быть оформлено в виде таблицы, которая содержит полный перечень наименований критериев, по которым оценивается каждая операция.

В данном подразделе после описания выполняемых операций с применением заданного оборудования указывается перечень операций, которые требуют сертификации при их оказании на ОАС. Указывается, требуется ли получение сертификата соответствия на заданное оборудование для его применения в ОАС.

Пример выполнения данного раздела приведен в [24].

Анализ основных операций, выполняемых с применением технологического оборудования, заданного для модернизации, оформляется в соответствии с таблицей 1.1.

Данный раздел в пояснительной записке должен содержать (до двух листов формата А4):

– сведения о порядке проведения сертификации оказываемых услуг в ОАС и перечень нормативных документов, регламентирующих порядок, требования и наименование услуг и оборудования, подлежащих сертификации;

– перечень операций, выполняемых в ОАС с применением заданного оборудования. Каждая операция должна содержать подробное описание, в котором указано назначение, порядок выполнения и рабочие параметры, обеспечиваемые при выполнении и требуемые для достижения в результате проведения технологической операции.

Таблица 1.1 – Анализ основных операций, выполняемых с применением технологического оборудования, заданного для модернизации

Наименование операции	Назначение и влияние на объект воздействия	Применяемые приспособления и их назначение	Режим работы	Степень механизации	Функция оборудования

2 Обзор конструкций технологического оборудования и его классификация

В данном разделе требуется детально рассмотреть конструкцию заданной модели оборудования, подробно описать наименование всех частей, систем, узлов и деталей, входящих в конструкцию оборудования, назначение и основные функции механизмов и систем, из которых состоит заданная модель оборудования.

Указать, какие элементы являются стандартными изделиями, изготавливаемыми различными производителями (например, электродвигатель, насос и т. д.).

Описать дополнительные элементы, которые входят в комплектацию моделей данного типа.

Подробно описать порядок работы и функционирования указанной в задании модели.

В соответствии с рассмотренными конструкциями существующего и применяемого для технического обслуживания и ремонта автомобилей оборудования по заданной модели выявляются и рассматриваются все существующие установки, стенды и приспособления заданного типа.

На основе результатов поиска и рассмотрения конструкции технологического оборудования заданного типа необходимо определить и выбрать дополнительно к заданной модели еще четыре единицы технологического оборудования, соответствующие заданию на модернизацию и имеющие конструктивные, технологические или функциональные отличия от заданной модели и между собой соответственно.

После выбора и определения оборудования, подлежащего рассмотрению, требуется обязательно выполнить составление общей таблицы технических ха-

рактических для указанной в задании и четырех принятых моделей оборудования данного типа.

Следует рассмотреть значимость технических характеристик и определить наиболее функционально необходимые пределы для данного типа установок и сравнить с заданными значениями параметров принятого к анализу технологического оборудования.

Таблица обязательно должна содержать в наименовании марку и модель рассматриваемого оборудования в столбцах таблицы. Строки таблицы содержат заглавие столбцов таблицы (шапка таблицы) и наименования технических характеристик оборудования. Требуется сначала перечислить все наименования технических характеристик, указанных для заданной модели, после чего дополнить характеристики пунктами, которые отсутствуют у заданной модели, но имеются в характеристиках принятых к рассмотрению моделей. Характеристики следует дополнять до тех пор, пока не будет перечислен полный перечень технических характеристик для всех пяти моделей технологического оборудования. Для модели, у которой заданная характеристика отсутствует, вместо значения ставится прочерк «-».

Пример выполнения данного раздела приведен в [24].

Технические характеристики технологического оборудования на основе указанного в задании и принятых к рассмотрению в качестве аналогов представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технические характеристики технологического оборудования

Наименование показателя	Значение параметра				
	Марка модели 1 (заданная)	Марка модели 2	Марка модели 3	Марка модели 4	Марка модели 5
Габариты, мм					
Мощность, кВт					
Тип привода					
...					

После рассмотрения и выбора моделей для сравнения и анализа конструкций и функций технологического оборудования требуется выполнить разработку и составление схемы классификации заданного типа технологического оборудования на основе технических характеристик и конструктивных особенностей исполнения оборудования. На схеме обязательно должны быть указаны соответствующие модели оборудования из числа заданного и четырех выбранных для сравнения аналогов, около каждого классифицирующего признака указывается марка производителя и модели, соответствующей по своим конструктивным особенностям исполнению перечисленному признаку.

Рассмотрим классификацию оборудования для кузовного ремонта.

Классификация оборудования для кузовного ремонта представлена на рисунке 2.1.

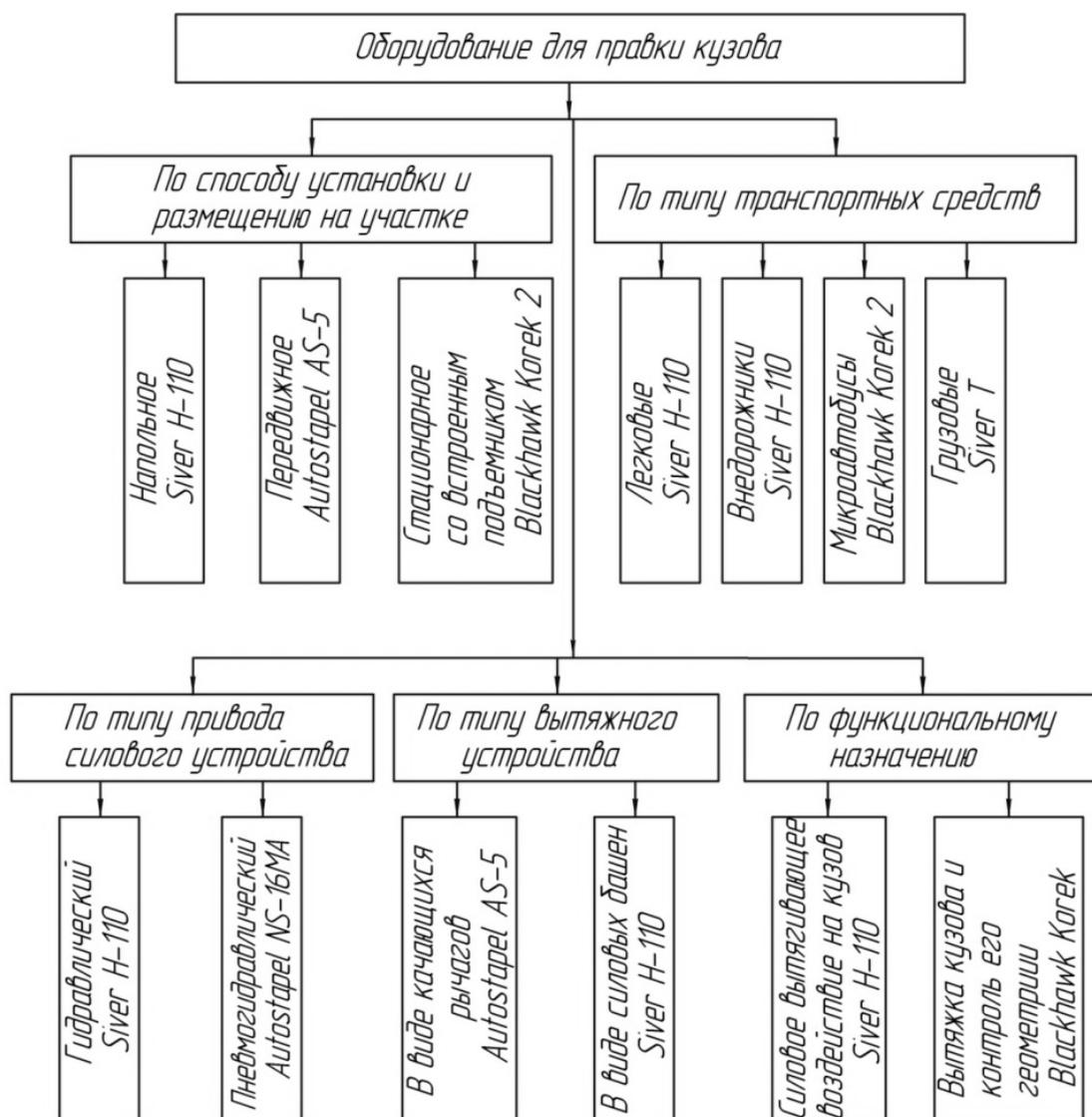


Рисунок 2.1 – Пример классификации оборудования для кузовного ремонта

При разработке схемы классификации заданного технологического оборудования выполнить поиск моделей и видов оборудования по следующему перечню технических показателей:

- 1) способ установки и размещения оборудования в производственной зоне или участке (переносное, передвижное, стационарное, для размещения на верстак или напольное);
- 2) назначение оборудования по типу обслуживаемых агрегатов и механизмов (универсальное, специализированное (для трансмиссии, ДВС, АКП и т. д.));
- 3) по способу управления процессом выполнения операций технологического процесса (с ручным управлением, автоматическое, полуавтоматическое, с автоматическим контролем параметров операций);
- 4) по производительности и мощности;
- 5) по величине рабочего давления;
- 6) по типу транспортных средств;
- 7) по типу приводного механизма (пневматический, ручной, механический,

гидравлический, электромеханический и т. д.);

8) по типу и функциональности (для сбора масла, для сбора и раздачи смазочных материалов).

Пример оформления таблицы 2.1 можно рассмотреть на примере таблицы 2.2.

Таблица 2.2 – Технические характеристики установок для прокачки тормозной системы автомобилей

Наименование показателя	Значение параметра				
	Сорокин GS-422/GS-432	ATIS GS-422	Flexbimec 3416	Romess 530/60	Мод. 1-4-6-9-18
Габаритные размеры рамы, мм	340 × 520	380 × 530	440 × 410 × 1100	540 × 520 × 910	300 × 210
Масса, кг	8,5	9,2	14,0	15,5	3,3
Давление привода, кПа	50...300	50...250	0...400	0...300	0...250
Мощность привода, кВт	–	–	0,5	0,25	0,15
Напряжение питания, В	–	–	220	220	12...15
Время замены, мин	15...20	15...20	25...30	20...30	25...35
Длина шланга, м	2,0	2,0	3,5	3,0	2,0
Объем емкости, л	2,5	3,0	3,5	2 × 2,5	1,5
Звенность	2	2	3	3	3

Данный раздел в пояснительной записке должен содержать (до четырех листов формата А4):

– изображение и описание заданной модели технологического оборудования. Описание должно быть выполнено согласно структуре: наименование, назначение, способ размещения, описание внешнего вида;

– наименование выбранных к сравнительному анализу моделей заданного технологического оборудования. Принятые к анализу модели должны содержать конструктивные, технологические и функциональные отличия от заданной модели. Запрещено использовать модели оборудования, имеющие только внешние признаки отличия от заданной модели и не отличающиеся по конструкции и функциональности;

– схему классификации технологического оборудования с указанием не менее пяти признаков, по которым классифицируется заданное оборудование. На схеме должны быть перечислены признаки классификации и для каждого признака приведен пример из выбранных прототипов для анализа. Каждая из пяти единиц оборудования должна быть указана в схеме на менее одного раза;

– сводную таблицу технических характеристик оборудования, принятого к анализу. Таблица оформляется согласно таблице 2.1. Перечисляются абсолютно все технические характеристики, имеющиеся у принятых единиц оборудования и указанные хотя бы у одной из принятых моделей (все параметры приводятся к единицам измерения в СИ).

3 Анализ конструкции оборудования, цель и задачи модернизации

В данном разделе требуется подробно рассмотреть конструкцию каждой выбранной и заданной единиц технологического оборудования, принятой для анализа и сравнения по технологическим и конструктивным признакам во втором разделе.

Обязательно требуется подробно рассмотреть конструкцию каждой принятой модели технологического оборудования. Определить основные составные части каждой рассматриваемой модели, назначение составных частей, систем, узлов и агрегатов конструкции оборудования, пояснить конструктивные особенности каждой части оборудования, указать, как данные особенности влияют на технологический процесс с применением данной модели, с какой целью они внедрены в конструкцию модели.

При выполнении подробного рассмотрения конструкции заданной и принятых к анализу моделей технологического оборудования требуется указать на рисунке или схеме модели основных элементов, входящие в ее конструкцию. При необходимости для анализа рассмотреть несколько видов модели, для которой проводится анализ конструкции. Пример рассмотрения конструкции технологического оборудования представлен на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Описание конструктивных элементов оборудования стенда для правки колесных дисков «Сибек Лидер»

Описание элементов конструкции также можно представить в виде схемы установки, как представлено на рисунке 3.2.

Требуется подробно рассмотреть технологические функции, которые имеются у каждой модели, и функции, которые имеются у конкретной модели технологического оборудования. Привести подробные пояснения режимов работы каждой

функции и указать параметры, влияющие на узлы и детали, установленные в оборудовании (например, диапазон давления и производительность влияют на насос, принятый к установке в рассматриваемой модели оборудования).

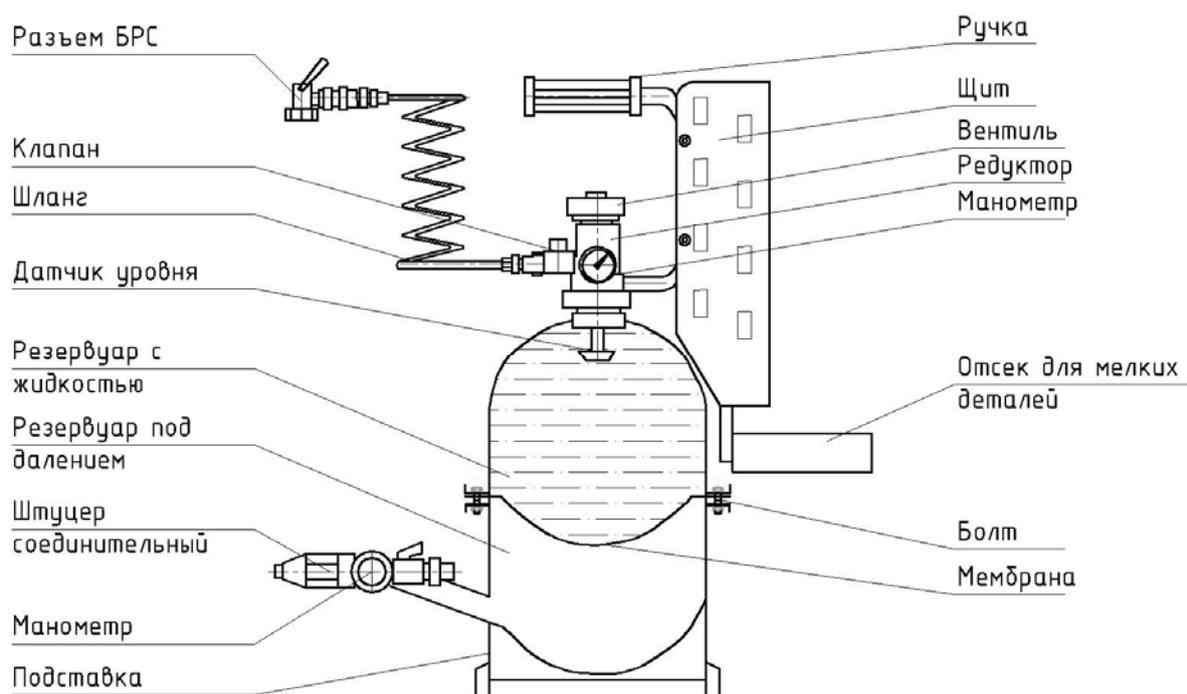


Рисунок 3.2 – Описание конструктивных элементов оборудования установки для замены тормозной жидкости Atis GS422

Следует привести перечень приспособлений и технологического инструмента, наличие которого обязательно при проведении работ по заданному оборудованию (например, монтажная лопатка для шиномонтажного стенда, клещи специальные для балансировочного стенда), и указать назначение и способ применения данного инструмента в операциях технологического процесса при проведении работ. Перечислить дополнительный инструмент и приспособления, которыми комплектуется рассматриваемое технологическое оборудование.

При проведении анализа конструкции требуется провести анализ влияния рассмотренных функций и приспособлений на снижение трудоемкости выполнения технологических операций, облегчение доступа исполнителю к объекту ремонта и снижение/повышение требований к квалификации исполнителя при работе с заданным оборудованием и приспособлениями. Рассматривается степень универсальности функций и приспособлений в зависимости от применимости к различным маркам и моделям автомобильного транспорта.

Рассмотренные особенности конструкции, принципа работы и комплектации заданной модели и еще четырех типов выбранного технологического оборудования сводятся в таблицу 3.1.

Вначале перечисляются все функции и операции, выполняемые на указанном в задании технологическом оборудовании, с отметкой о наличии «+» или

отсутствии «←» данной функции и операций у остальных принятых к рассмотрению моделей технологического оборудования.

Таблица 3.1 – Особенности конструкции, работы и комплектации выбранного технологического оборудования

Перечень функций и комплектность	Значение параметра				
	Марка модели 1 (заданная)	Марка модели 2	Марка модели 3	Марка модели 4	Марка модели 5
Промывка системы					
Замена жидкости					
Адаптер для подключения					
...					

Пример оформления особенностей конструкции, работы и комплектации выбранного технологического оборудования с учетом их наличия или отсутствия в анализируемых моделях представлен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Особенности конструкции, работы и комплектации выбранного технологического оборудования

Перечень функций и комплектность	Наличие параметра				
	Сорокин GS-422/GS-432	ATIS GS-422	Flexbimec 3416	Romess 530/60	Мод. 1-4-6-9-18
<i>Функции</i>					
Прокачка ТС	+	+	+	+	+
Замена жидкости ТС	+	+	+	+	+
Долив жидкости ТС	+	+	–	–	–
Сбор жидкости	–	–	+	+	–
Регулировка давления подачи жидкости	–	–	+	+	–
<i>Комплектность</i>					
Набор адаптеров	+	+	+	+	+
Емкости для сбора тормозной жидкости	–	–	+	+	–
Набор инструментов	–	+	+	+	–

После чего перечень дополняется функциями и операциями, которые присутствуют у другой модели, но не были перечислены при рассмотрении заданной установки.

По завершении рассмотрения функций и операций технологического оборудования в таблице перечислить последовательно наличие дополнительных приспособлений и инструмента, применяемого совместно с технологическим оборудованием и влияющего на производительность операций технологического процесса, технику безопасности и меры по охране труда исполнителя и/или рабочих.

На основе рассмотренных конструкций, их технических характеристик, выполняемых с применением выбранных к анализу технологического оборудования, пределов параметров систем, следует выработать и сформулировать цель и задачи, требующие решения в процессе проведения модернизации заданной модели технологического оборудования.

Целью выполнения модернизации заданного технологического оборудования является расширение функциональных возможностей заданной модели оборудования.

Задачами модернизации технологического оборудования выступают:

1) анализ конструкции заданной модели и принятых к рассмотрению единиц оборудования, которые обладают конструктивными отличиями, различаются по типу исполнения и имеющимися функциональными возможностями. В результате рассмотрения моделей технологического оборудования требуется выявить достоинства и недостатки конструкции и способа исполнения, определить основные особенности каждой конкретной рассмотренной модели, принятой к анализу;

2) обязательное определение основных недостатков заданной модели и выработка предложений по разработке способа устранения недостатков, принятых в качестве обязательных к доработке и устранению при проведении модернизации;

3) определение способа устранения перечисленных недостатков, подлежащих устранению при проведении модернизации и влияющих на функциональные возможности заданной модели;

4) постановка направлений решения, принятых к устранению недостатков выработанными при анализе способами.

Данный раздел в пояснительной записке должен содержать (до восьми страниц формата А4):

– изображение конструкции выбранных моделей технологического оборудования с отмеченными основными элементами;

– описание конструкции каждой модели выбранного оборудования согласно структуре: перечень основных деталей и узлов, назначение каждой детали и узла из перечисленного списка, принцип действия, особенности конструктивного исполнения указанных элементов, анализ особенностей конструкции и применение типовых решений при разработке рассматриваемого технологического оборудования, анализ особенностей каждой из рассматриваемых моделей оборудования;

– таблицу особенностей конструкции, работы и комплектации выбранного технологического оборудования с их указанием для каждой модели, выполненную согласно таблице 3.1;

– анализ возможных отличительных особенностей рассматриваемых моделей оборудования при сравнении с заданной моделью технологического оборудования, выявленных отличий в функциональности и конструкции, которые могут быть применены при проведении модернизации указанного в задании оборудования;

– перечень задач и направлений, рассматриваемых при проведении модернизации технологического оборудования. Постановка направлений модернизации является обязательным при написании данного раздела.

4 Обоснование исходных данных для выполнения модернизации технологического оборудования

На основании выполненного анализа конструкции моделей технологического оборудования и поставленных задач для устранения недостатков заданной модели требуется скорректировать полный перечень технических характеристик заданной модели.

Требуется подробно обосновать и расписать все параметры технических характеристик, принятых для установки после модернизации, исходя из перечня имеющихся технических характеристик у всех рассмотренных моделей.

Пример – давление прокачиваемой жидкости установкой для замены и промывки системы охлаждения при промывке системы охлаждения должно быть в диапазоне 2,2...3,0 кПа, т. к. на данное давление рассчитаны системы охлаждения автомобилей. Температура охлаждающей жидкости при подаче установкой и принятии ее от двигателя должна быть 80 °С...105 °С. В данном диапазоне находятся рабочая температура двигателя и температура открытия термостата. Такая температура требуется для работы установки без запуска двигателя и ее работы при работающем двигателе.

4.1 Перечень технических характеристик модернизируемого оборудования (или его части)

В данном разделе требуется подробно перечислить принятые технические характеристики заданной модели технологического оборудования с учетом обоснованных значений, перечня требуемых функций и операций установки, а также дополнительного инструмента и приспособлений, которыми будет комплектоваться установка после модернизации.

Все технические характеристики, принимаемые для модернизируемой установки в качестве исходных данных при проведении технологического расчета, должны иметь в обязательном порядке пояснение и обоснование принятых значений. Технические характеристики, присутствующие в таблицах 2.1 и 3.1 и не указанные в таблице 4.1, должны иметь четкое обоснование и пояснение в причине отказа от данных характеристик.

Принятый перечень приводится в виде таблицы 4.1.

4.2 Выбор и обоснование данных для выполнения расчета по модернизации оборудования (с указанием прототипа)

В данном разделе требуется выполнить проектировочный технологический расчет привода заданного технологического оборудования на основании принятых технических характеристик и исходных характеристик указанных в бланке задания, осуществить расчет основных элементов, входящих в привод установки (например, насос, цилиндр, патрубки системы по рабочему давлению), обязательно выбрать стандартные изделия на основании результатов выполненно-

го технологического расчета по их основным параметрам из типовых изделий (например, электродвигатель по частоте вращения и мощности).

Таблица 4.1 – Перечень технических характеристик, функций и приспособлений модернизированной установки

Наименование параметра	Значение
<i>Характеристики, указанные в задании</i>	
Мощность, кВт	
Тип привода	
...	
<i>Характеристики принятые</i>	
Давление на выходе, МПа	
Производительность насоса	
...	
<i>Перечень функций</i>	
...	
<i>Перечень операций</i>	
...	
<i>Перечень инструмента</i>	
...	

При выполнении данного раздела расчет привода и определение основных его параметров, потерь в элементах конструкции и приводе для развития требуемых усилий выполняются на основании данных, указанных в задании.

Следует обратить внимание на то, что если, например, аналог имеет пневматический привод, а в задании указан электромеханический, то требуется подобрать схему заданного типа привода для указанного в задании оборудования и выполнить расчет всех данных элементов привода. Методики и схемы расчета принятого типа привода и механизмов принимаются из соответствующих методик, представленных в учебных пособиях.

При проведении расчета установки в обязательном порядке требуется указать схему привода с указанием всех значимых и обязательных к расчету элементов. Обязательно требуется указать основные параметры и их допустимые значения, имеющиеся в таких элементах, устанавливаемых в таких приводах.

При наличии подвижных элементов конструкции, обеспечивающих выполнение функций при работе оборудования или непосредственную его работу, его расчет также необходимо выполнить после расчета привода.

Для расчета целесообразно использовать программное обеспечение РТС Mathcad Prime 5.0.

Основное окно приложения имеет ту же структуру, что и большинство приложений Windows. Сверху вниз располагаются заголовок окна, строка меню, панели инструментов (стандартная и форматирования) и рабочий лист, или

рабочая область, документа. При запуске отображаются панели инструментов *Стандартная*, *Форматирование* и *Математика*.

Панель *Математика* предназначена для вызова на экран еще девяти панелей, с помощью которых происходит вставка математических операций в документы. Чтобы вызвать какую-либо из них, нужно нажать соответствующую кнопку на панели *Математика*.

Примеры задания и использования переменных и функций представлены на рисунке 4.1.

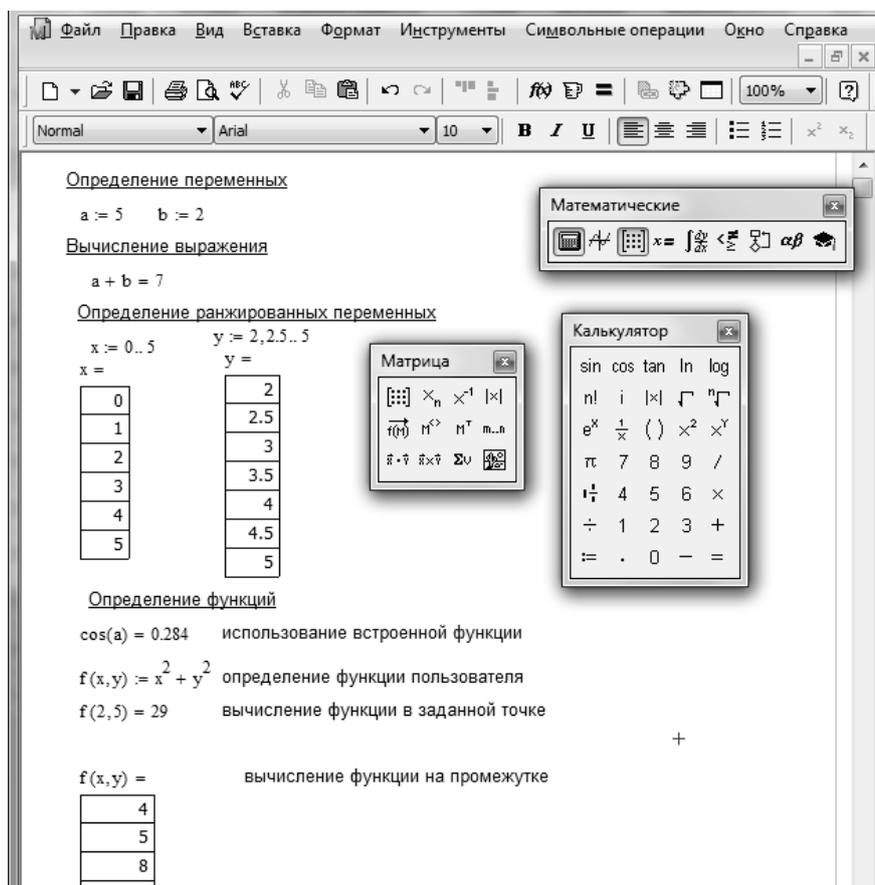


Рисунок 4.1 – Пример ввода переменных и функций

Пример создания декартового графика.

1 Выбрать команду *Вставка* \rightarrow *График* \rightarrow *X-Y график* или щелкнуть кнопку панели *График*. Появится шаблон графика.

2 Ввести в средней метке под осью *X* первую переменную, через запятую – вторую и т. д. Ввести в средней метке слева от вертикальной оси *Y* первую независимую переменную, через запятую – вторую и т. д.

3 Щелкнуть за пределами области графика, чтобы начать его построение. Можно построить несколько зависимостей на одном графике.

Символьные действия математического анализа в MathCad. Вычисление производных в задачах геометрии и частных производных. Вычисление интегралов в задачах геометрии и механики.

При символьном дифференцировании можно оперировать с функциями нескольких переменных. Оператор дифференцирования может соединяться с

При решении задач модернизации требуется представить не менее трех конструкторских решений, где в качестве одного из решений допускается использовать анализ массогеометрических параметров элемента конструкции, в результате которого выполняется прочностный расчет в программной среде ANSYS и определяется полноценное использование данного элемента и отсутствие опасных зон разрушения без превышения массы конструкции с обеспечением запаса прочности элементов конструкции.

Два других конструкторских решения модернизации заданной модели технологического оборудования могут быть представлены в качестве элементов конструкции сборочных единиц или схем привода (например, схема гидравлического привода, схема пневматического привода и др.), при указании в разделе доработки схемы привода технологического оборудования **обязательно** требуется привести для сравнения исходную схему привода данной установки или схожую схему, на основании которой разрабатывалась доработанная схема.

Конструктивная модернизация выработанных решений приводится в виде схематических решений согласно принятым условным обозначением конструктивных элементов.

Для каждого технологического решения должны быть приведены его особенности и приобретаемые преимущества для функционирования заданного оборудования, после рассмотрения преимуществ провести сравнительный анализ принятых доработок между собой и выявить преобладающее решение, которое будет принято к реализации.

Выполнить прочностной расчет методом конечных элементов, методом ограничения массово-геометрических параметров.

Для выполнения прочностного расчета применяется программа Ansys.

Результаты проведенного прочностного расчета методом конечных элементов представляется в данном разделе в виде отчета.

Пример – Описание объекта исследования. Корпус тормозного механизма для велосипеда представляет собой цилиндрическую П-образную скобу, крепящуюся за две прямоугольных площадки к штатному креплению на передней вилке велосипеда.

Создание сетки. Из глобальных настроек: разбиение с тетраэдрической сеткой при размере элемента 2,85 мм.

Из локальных настроек: на четырех поверхностях применено разбиения поверхностей с размером элемента 1 мм.

Примеры разбиения поверхностей тетраэдрической сеткой с различными размерами элементов представлены на рисунках 5.1 и 5.2.

Приложение нагрузок. Крепления. Силы тяжести приложены в центре и направлены таким образом, что верхняя площадка П-образного корпуса расположена вверху.

Условия приложения силы тяжести к детали представлены на рисунке 5.3.

Граничные условия корпуса, определяющие для модели точки закрепления детали в системе позиционирования, приведены на рисунке 5.4.

К корпусу приложены два разгибающих усилия по 1600 Н к внутренним поверхностям П-образного корпуса (усилие приложено из расчета создания ме-

ханизмом 98 Н·м тормозного момента при коэффициенте трения колодок о диск 0,38...0,42), силы направлены в противоположные стороны и, т. к. оба нажимных винта действуют с одинаковыми усилиями, приложены к обоим поверхностям.



Рисунок 5.1 – Разбиение на одиннадцати поверхностях (применено разбиение поверхностей с размером элемента 1 мм)

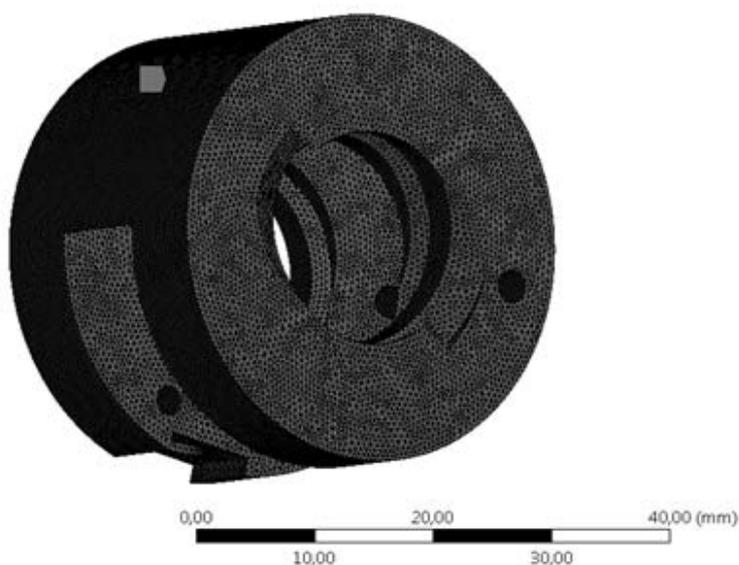


Рисунок 5.2 – Разбиение на семи поверхностях (применено разбиение поверхностей с размером элемента 0,5 мм)

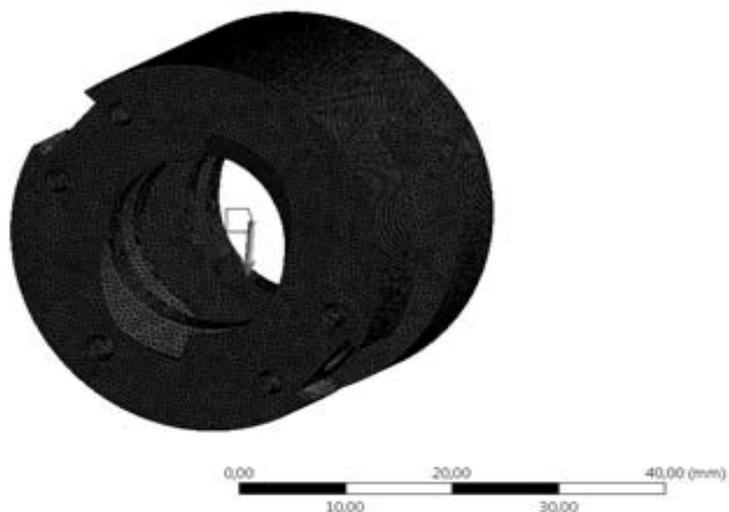


Рисунок 5.3 – Условия приложения силы тяжести

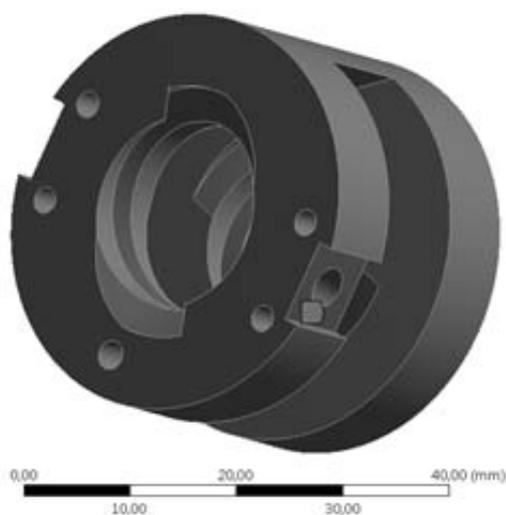


Рисунок 5.4 – Граничные условия корпуса

Граничные условия корпуса, определяющие для модели плоскости приложения нагружающих усилий к детали, представлены на рисунке 5.5.

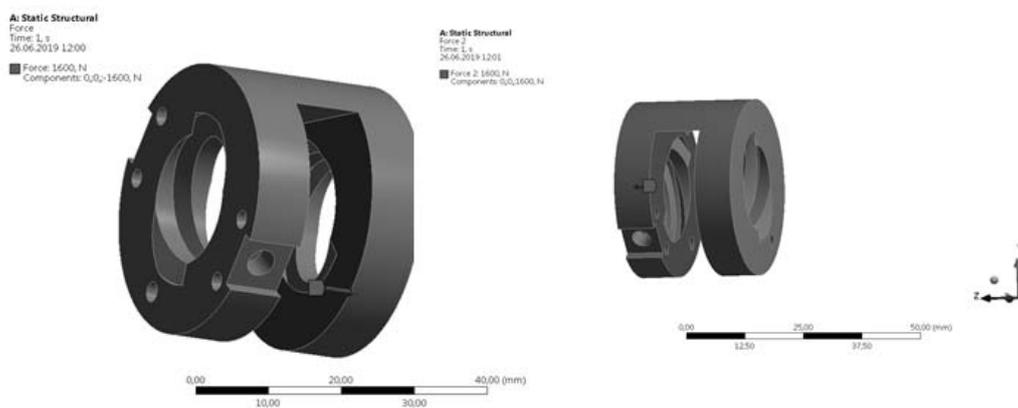


Рисунок 5.5 – Граничные условия корпуса

Анализ напряженно-деформированного состояния НДС объекта.

Графическое изображение результатов исследования НДС объекта.

Эквивалентные напряжения в зависимости от приложенного усилия приведены на рисунке 5.6.

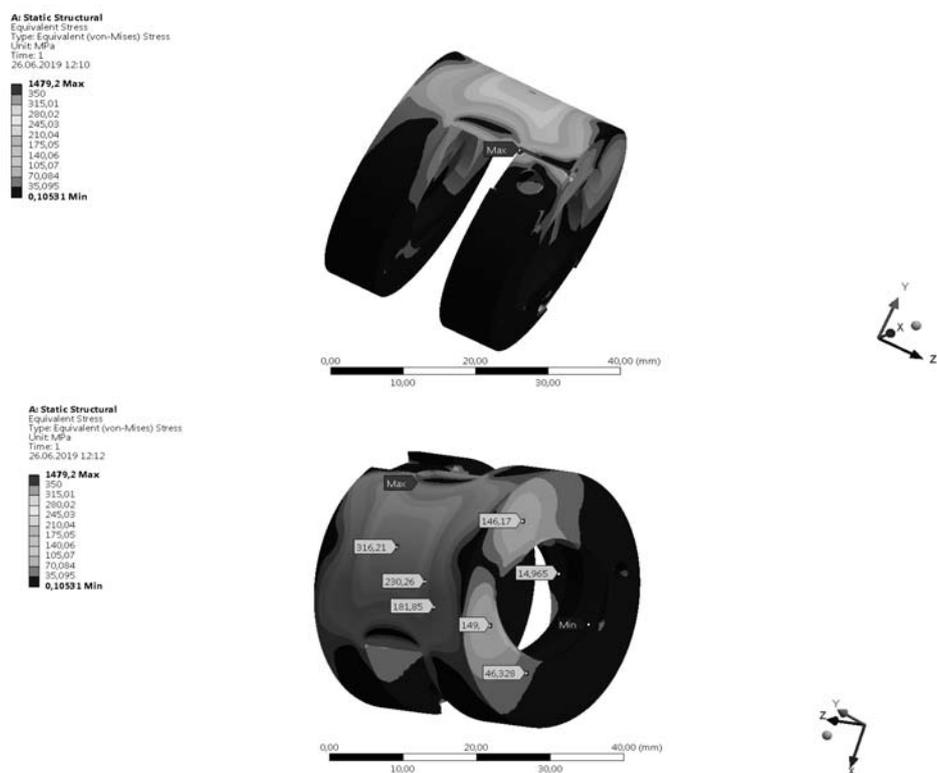


Рисунок 5.6 – Эквивалентные напряжения

Максимальные главные напряжения с указанием расположения точек приложения min и max значений показаны на рисунке 5.7.

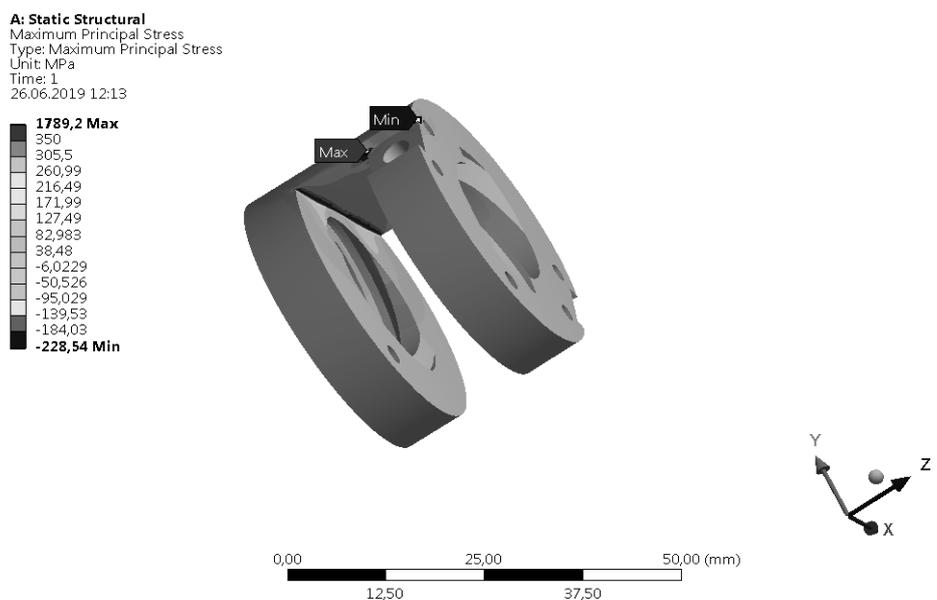


Рисунок 5.7 – Максимальные главные напряжения

Результирующие деформации объекта, характеризующие расположение точки имеющей наибольшее перемещение под нагрузкой, представлены на рисунке 5.8.

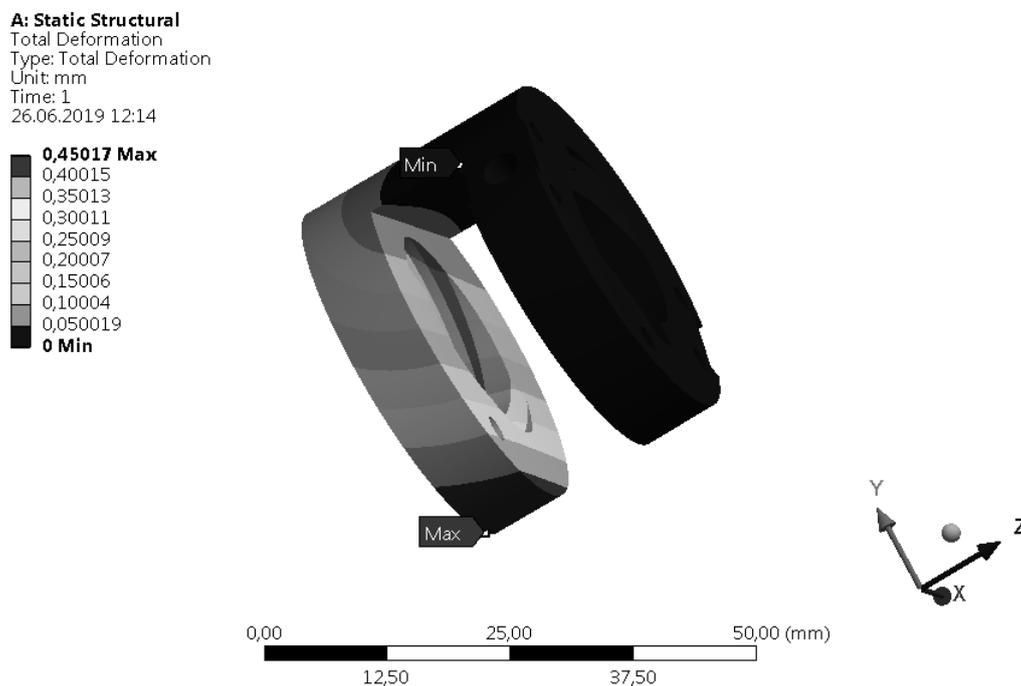


Рисунок 5.8 – Результирующие деформации объекта (в миллиметрах)

Нормальные напряжения, разложенные с учетом вектора приложения по осям z , x , y , приведены на рисунках 5.9–5.11.

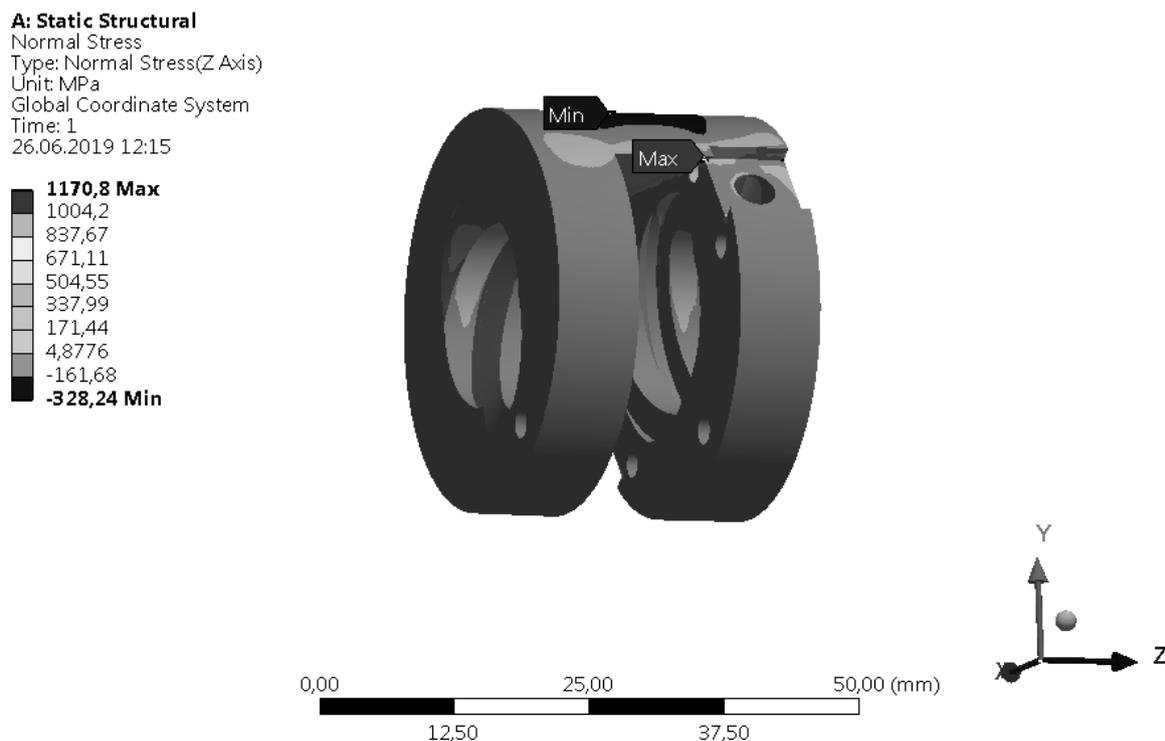


Рисунок 5.9 – Нормальные напряжения по оси z (в мегапаскалях)

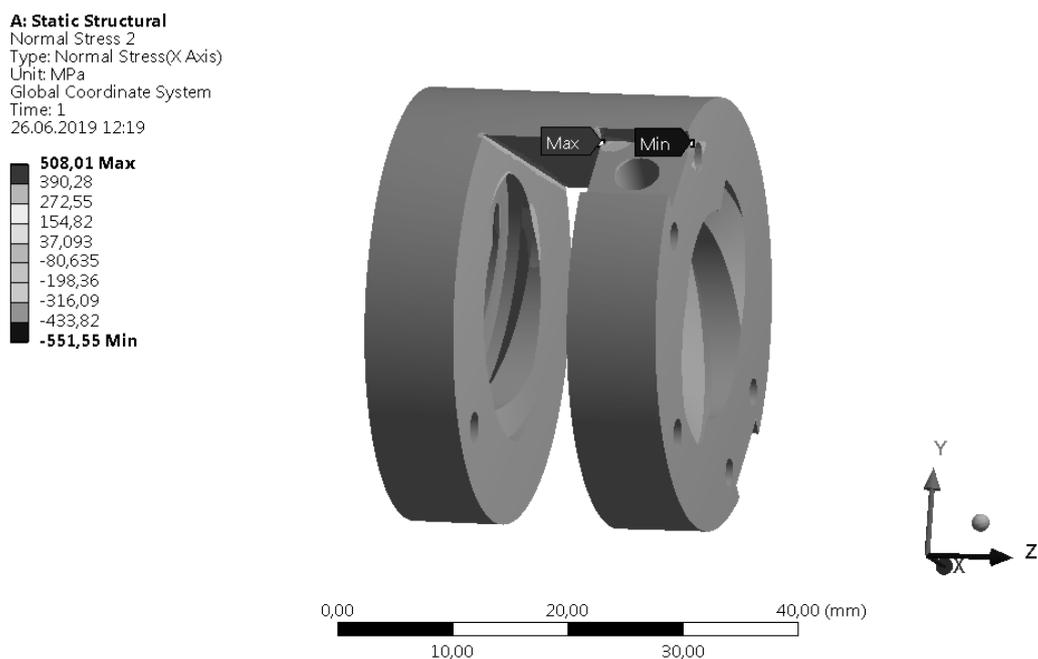


Рисунок 5.10 – Нормальные напряжения по оси x (в мегапаскалях)

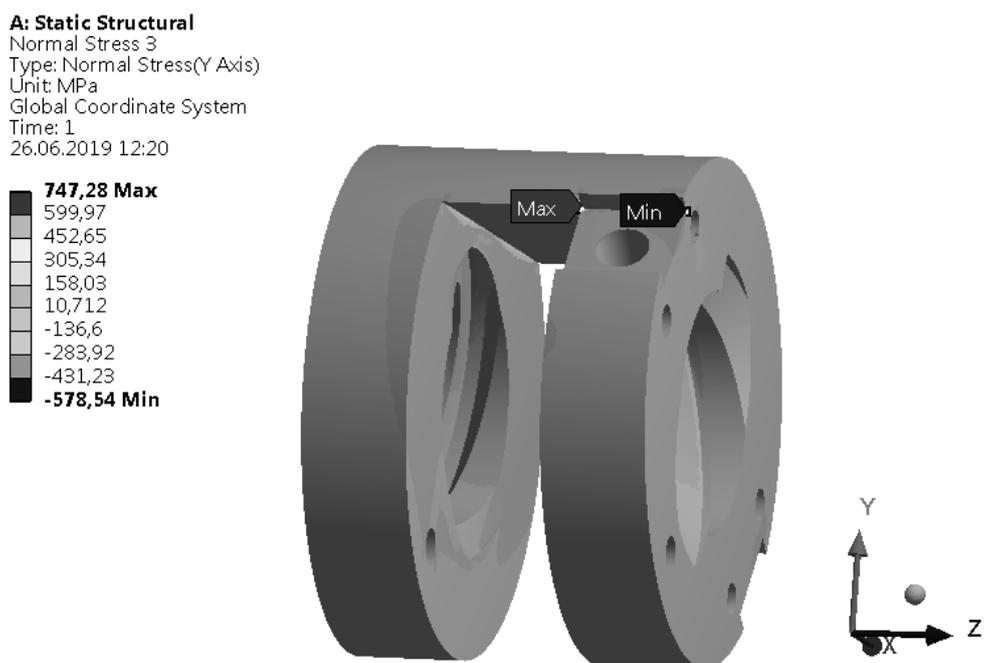


Рисунок 5.11 – Нормальные напряжения по оси y (в мегапаскалях)

Исходя из величины расхождения между \min и \max значением нормальных напряжений по осям определяется полнота использования прочности материала.

Касательные напряжения по плоскостям xy , yz , xz с указанием \min и \max значения напряжений на поверхности детали позволяют выявить плоскость разрушения детали (рисунки 5.12–5.14).

Первые главные напряжения представлены на рисунке 5.15.

Type: Shear Stress(XY Plane)
Unit: MPa
Global Coordinate System
Time: 1
26.06.2019 12:20

345,86 Max
271,32
196,78
122,24
47,699
-26,842
-101,38
-175,92
-250,46
-325,01 Min

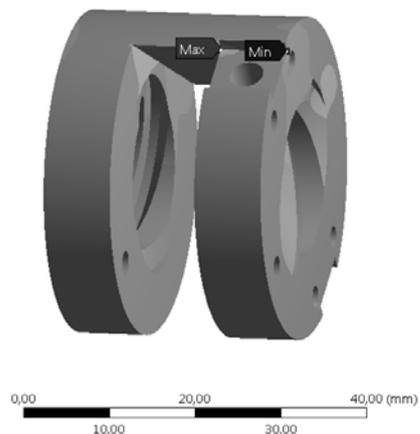


Рисунок 5.12 – Касательные напряжения по плоскости $xу$ (в мегапаскалях)

Type: Shear Stress(YZ Plane)
Unit: MPa
Global Coordinate System
Time: 1
26.06.2019 12:20

231,92 Max
141,62
51,317
-38,983
-129,28
-219,58
-309,88
-400,18
-490,48
-580,78 Min

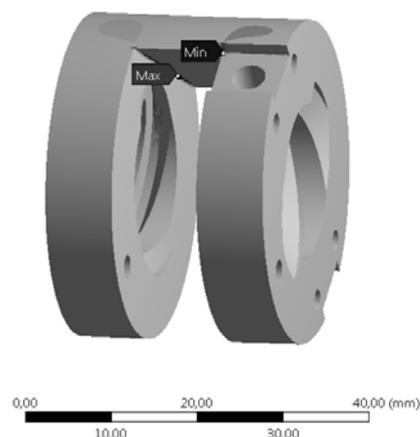


Рисунок 5.13 – Касательные напряжения по плоскости $уз$ (в мегапаскалях)

A: Static Structural
Shear Stress 3
Type: Shear Stress(XZ Plane)
Unit: MPa
Global Coordinate System
Time: 1
26.06.2019 12:21

188,54 Max
123,59
58,647
-6,297
-71,241
-136,19
-201,13
-266,07
-331,02
-395,96 Min

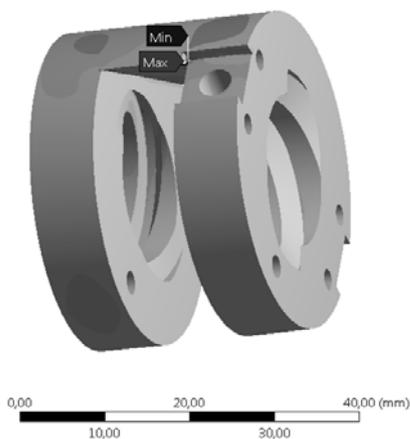


Рисунок 5.14 – Касательные напряжения по плоскости xz (в мегапаскалях)

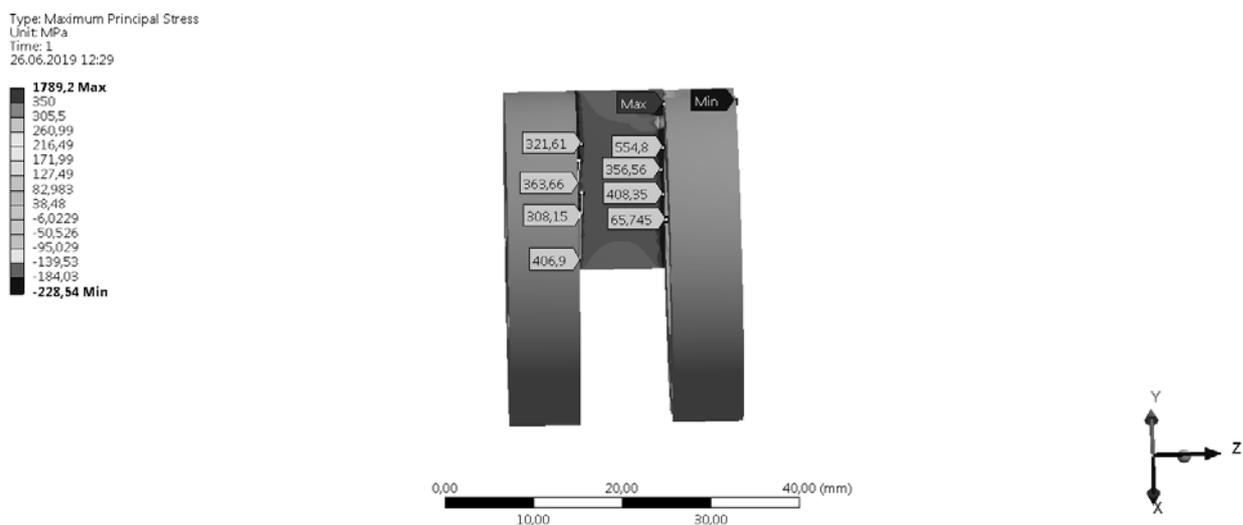


Рисунок 5.15 – Первые главные напряжения (в мегапаскалях)

Наиболее опасные напряжения испытывают точки примыкания внутренних поверхностей.

Нормальные и касательные напряжения, действующие на верхнюю площадку корпуса с внутренней стороны, приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Нормальные и касательные напряжения, действующие на верхнюю площадку корпуса с внутренней стороны

Нормальное напряжение, МПа				Касательное напряжение, МПа			
σ	min	max	Результат	τ	min	max	Результат
σ_x	-551,55	508,01	-43,54	τ_{xy}	-325,01	345,86	20,85
σ_y	-578,54	747,28	168,74	τ_{yz}	-580,78	231,92	-348,86
σ_z	-328,24	1170,8	842,56	τ_{zx}	-395,96	188,54	-207,42

Заключение: объект испытывает плоское напряженное состояние. Максимальный уровень эквивалентных напряжений равен 842,56 МПа при допуске уровне предела прочности 350 МПа и пределе текучести 250 МПа для материала конструкционная сталь. Работоспособность объекта не обеспечена по критерию прочности. Область переключки испытывает растягивающие напряжения от 350 до 500 МПа, что превышает предел прочности материала.

5.2 Разработка конструкторской документации для модернизируемого оборудования (или его части)

Разработка конструкторской документации заключается в создании чертежей установки после модернизации: чертежа общего вида, чертежа сборочного, детализировки и спецификаций на подготовленные чертежи. Вся документация выполнена согласно ЕСКД.

Необходимо выполнить оформление конструкторских решений на основе проработки поставленных задач для устранения недостатков установки.

При выполнении конструкторской документации требуется обязательно выполнить чертеж общего вида заданного технологического оборудования с учетом отображения на данном чертеже формата А2 (рисунки Б.1, Б.2) принятых конструктивных решений, показывающих разработанные элементы, прошедшие модернизацию, доработка оформляется согласно ГОСТ 2.001–93 *ЕСКД. Общие положения*. Спецификация на чертеж общего вида должна быть оформлена согласно требованиям, предъявляемым к конструкторской документации ГОСТ 21.110–2013 *СПДС. Спецификация оборудования, изделий и материалов*.

На листах формата А2 приводится сборочный чертеж конструкции модернизированного элемента заданного технологического оборудования с учетом результатов прочностного и конструктивного расчетов. В качестве сборочной единицы оборудования, изображаемой на сборочном чертеже, принимается узел, подвергшийся наибольшей доработке или добавляемый в конструкцию принятого решения для разработки.

Принятые к разработке конструкторская документация и чертежи деталей, разрабатываемых в деталировке, согласовываются с руководителем проекта.

При разработке чертежей деталей обязательно выполняется чертеж детали, которая была разработана с учетом прочностного расчета в программной среде ANSYS.

6 Определение технических характеристик модернизированного оборудования, описание особенностей его функционирования

В данном разделе требуется привести таблицу с подробно перечисленными техническими характеристиками заданной модели технологического оборудования с учетом обоснованных значений и скорректированных на основании выполненного технологического проектировочного расчета, перечня принятых функций и операций установки, перечня дополнительного инструмента и приспособлений, которые будут использоваться совместно с установкой после модернизации. Перечень технических характеристик, функций и приспособлений модернизированной установки с учетом корректировки на основе технологического проектировочного расчета приводится в виде таблицы 6.1.

Выполнить подробное описание особенностей функционирования модернизированной установки по результатам принятых решений, описанных с учетом результатов расчета, и принятых технологических и конструкторских решений, выработанных ранее (подраздел 4.2).

По результатам осуществленной модернизации определить обоснованно звенность установки с перечислением и описанием элементов (при необходимости для аргументации), повлиявших на изменение звенности. В случае неизменности звенности установки после модернизации указать причины этого.

Таблица 6.1 – Перечень технических характеристик, функций и приспособлений модернизированной установки с учетом корректировки на основе технологического проектировочного расчета

Наименование параметра	Значение
Характеристики модели: мощность, кВт тип привода производительность насоса давление на выходе, МПа ...	
Перечень операций: ...	
Перечень инструмента и оснастки: ...	

Данный раздел в пояснительной записке должен содержать (до двух листов формата А4):

– пояснение результатов технологического расчета, на основании которого приняты значения технических характеристик модернизируемого технологического оборудования;

– таблицу с перечнем технических характеристик, функций и приспособлений модернизированной установки с учетом корректировки на основе проектировочного расчета и конструктивного решения, принятого по результатам обоснования конструкторского решения.

7 Составление последовательности выполнения операций в технологическом процессе с учетом модернизации оборудования

В данном разделе требуется выполнить рассмотрение перечня операций, проведение которых было возможно с применением заданного оборудования до модернизации, и сопоставление данного перечня с перечнем выполняемых операций посредством оборудования, подвергшегося модернизации. В случае, если перечень операций остался неизменным, требуется рассмотреть рабочие параметры выполняемых операций и функций и оценить их результаты корректировки на данной модели технологического оборудования. Результаты сравнения приводятся в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Результаты сравнения перечня технологических операций и их параметров до и после модернизации

Наименование операции (функции)	Наличие операции и ее параметры	
	До модернизации	После модернизации

Технологическая карта на операцию, которая подверглась изменению после проведения модернизации, оформляется согласно таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Технологическая карта процесса выполнения операции

Наименование операции	Количество точек обслуживания	Оборудование, инструмент, приспособление	Техническое требование и указание
1			
2			
3			
<i>n</i>			

Данный раздел в пояснительной записке должен содержать (до четырех страниц формата А4):

- результаты сравнительного анализа конструкции и функций модернизированного оборудования на основании проведенной модернизации, результаты должны быть представлены в виде таблицы 7.1;

- технологический процесс, составленный для операций, наиболее полно затрагиваемых проведенными изменениями, с подробным описанием технических требований и указаний для пунктов, подвергшихся дополнению и изменению в результате доработки оборудования;

- сравнительный анализ выполненного технологического процесса путем сравнения степени и уровня механизации до и после модернизации, обоснование причин изменений, выявленных в технологическом процессе после модернизации.

8 Составление перечня требований, ТУ и указаний по безопасному выполнению операций технологического процесса на модернизированном оборудовании

При составлении перечня требований, технических условий и указаний по безопасному выполнению операций технологического процесса на модернизированном оборудовании требуется провести подробный анализ элементов конструкции с указанием возможных опасных факторов, возникающих при работе и эксплуатации технологического оборудования.

Требуется провести анализ выявленных опасных факторов и определить условия и режимы безопасной эксплуатации оборудования, а также потребность в применении средств защиты для обеспечения безопасных приемов работы с модернизированным технологическим оборудованием.

Необходимо выполнить сравнительный анализ конструкции технологического оборудования до и после модернизации, рассмотреть элементы конструкции с подробным описанием конструктивных элементов и узлов, способных привести к возникновению травм в результате механических и прочих опасных

факторов. Для выявленных опасных факторов требуется расписать меры техники безопасности и порядок выполнения операций и подготовительных действий, направленных на снижение травматизма при работе с технологическим оборудованием.

Отдельно требуется перечислить безопасные приемы работы с технологическим оборудованием, связанные с элементами конструкции, не подвергшимися изменениям, доработке, а также теми опасными факторами, возникновение которых не связано с модернизированными элементами оборудования.

Данный раздел в пояснительной записке должен содержать (до четырех листов формата А4):

- перечень опасных факторов, возникающих в связи с элементами конструкции, подвергшимися модернизации и способными вызывать нарушение безопасного режима работы;

- перечень опасных факторов, возникающих в связи с элементами конструкции, не подвергшимися доработке и не связанными с выполненной модернизацией оборудования;

- перечень безопасных приемов работы при выполнении операций, подвергшихся изменению в результате проведенной модернизации;

- перечень безопасных приемов работы при выполнении операций, не подвергшихся изменению;

- вывод о влиянии на безопасность работы с заданным технологическим оборудованием выполненных технологических и конструкторских решений, изменение комплектации, режимов работы и технических параметров, заданных для оборудования по результатам проведенной модернизации.

9 Разработка структуры ремонтного цикла для модернизированного технологического оборудования

Разработка структуры ремонтного цикла для модернизированного технологического оборудования производится в соответствии с конструкцией, порядком работы и обеспечением безопасных приемов работы с оборудованием и его составными частями.

Подробно рассмотреть всю конструкцию технологического оборудования. Перечень элементов должен быть не меньше перечня основных элементов, рассмотренных в разделе 3 «Анализ конструкции оборудования, цель и задачи модернизации» при проведении описания конструкции, и дополнен перечнем внутренних элементов конструкции и элементами, добавившимися в результате доработки конструкции на основе выработанных конструкторских решений по модернизации оборудования.

Для каждого рассмотренного элемента следует определить воздействия, необходимые при осуществлении контроля технического состояния, работы по ЕО, ТО и ТР в процессе эксплуатации технологического оборудования с указанием критерия оценки состояния элемента при проведении технического

контроля качества выполнения работ.

Схема структуры ремонтного цикла технологического оборудования, разработанная на основании анализа конструкции и регламентных работ, выполненных согласно порядку проведения контроля технического состояния и поддержания рабочего состояния модернизированной модели оборудования путем выполнения работ по ЕО, ТО и перечню ремонтных работ, проводимых с целью замены поврежденных, изношенных деталей и элементов, представлена на рисунке 9.1.

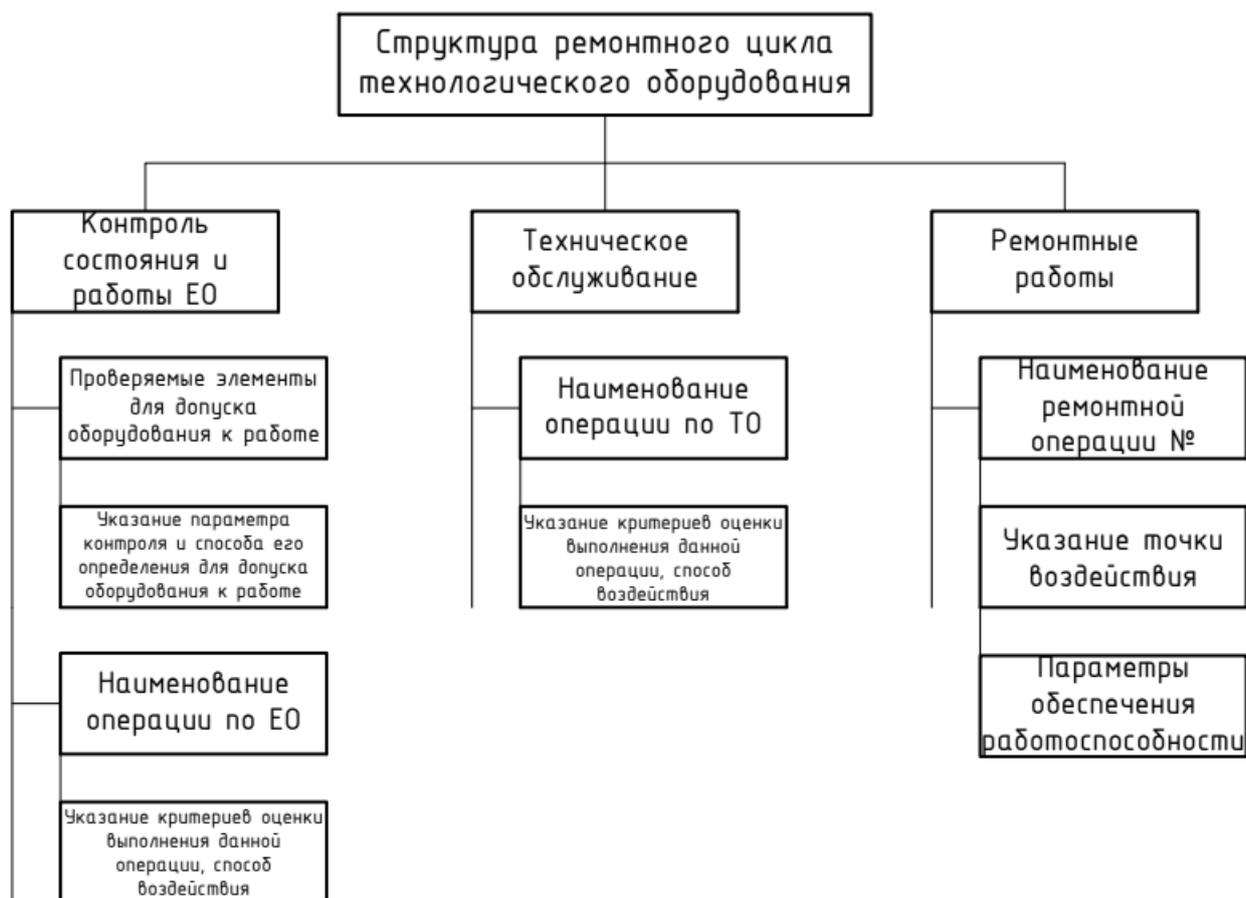


Рисунок 9.1 – Схема порядка проведения технических воздействий по обеспечению контроля и поддержания исправного технического состояния заданного технологического оборудования после модернизации

Результаты анализа перечня работ по основным конструктивным элементам сводятся в таблицу 9.1.

Перечень технических требований и примечаний регламентных воздействий на конструктивные элементы при выполнении работ должен содержать рекомендации по применению эксплуатационных материалов, составленные на основании режимов работы объекта воздействия, и аргументацию для использования конкретного типа эксплуатационных материалов (масел, консистентных смазок и т. д.).

Таблица 9.1 – Перечень основных конструктивных элементов технологического оборудования, регламентные работы по контролю и поддержанию технического состояния, технологические требования и эксплуатационные материалы

Объект воздействия	Регламентные работы, технологические требования и материалы			
	Контрольные работы	Ежедневное обслуживание	Техническое обслуживание	Ремонтные работы
<i>Штатные элементы конструкции</i>				
Насос				
Ролик				
...				
<i>Модернизированные элементы конструкции</i>				
Подъемник				
Привод насоса				
...				

Данный раздел в ПЗ должен содержать (до трех страниц формата А4):

- подробное рассмотрение перечня воздействий, оказываемых на конструктивные элементы заданного технологического оборудования после модернизации с учетом разделения на штатные элементы и элементы, связанные с проведенной доработкой конструкции. Результаты должны быть представлены в виде таблицы 9.1;

- схему порядка проведения технических воздействий по обеспечению контроля и поддержания исправного технического состояния заданного технологического оборудования после модернизации в укрупненном виде, соответствующую с контролем выполненных работ и примененных материалов при проведении работ.

10 Требования к заключению

В разделе «Заключение» курсовой работы необходимо:

- указать задание, выданное к исполнению;
- перечислить поставленные задачи, решение которых было определено в ходе выполнения курсовой работы;
- привести выявленные особенности конструкции заданного технологического оборудования и принятые решения, направленные на расширение функциональности и степени механизации при использовании в ходе эксплуатации модернизированного оборудования;
- провести краткий анализ достигнутых результатов по итогам выполнения основных этапов курсового проектирования;
- перечислить современные программные средства и методы, использованные в результате выполнения расчета и разработки проектных инженерных решений по модернизации заданного технологического оборудования;
- провести анализ качественных показателей деталей, разработанных при выполнении технологических решений, на основе проведенного 3D-моделиро-

вания и прочностного расчета с применением метода конечных элементов в программной среде ANSYS. Выявить наиболее напряженное состояние и насколько обеспечивается полнота использования массово-геометрических параметров детали;

– указать, достигнута ли цель проектирования.

Объем заключения – одна страница формата А4.

Список литературы

1 **Савич, Е. Л.** Техническая эксплуатация автомобилей: учебное пособие: в 3 ч. Ч. 3: Ремонт, организация, планирование, управление / Е. Л. Савич. – Москва: ИНФРА-М, 2015. – 632 с.: ил.

2 **Бондаренко, Е. В.** Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования: учебник / Е. В. Бондаренко, Р. С. Фаскиев. – Москва: Академия, 2011. – 304 с.

3 Средства технического оснащения автосервиса: методические рекомендации к практическим занятиям для студентов специальности 1-37 01 07 «Автосервис» / Сост. В. Д. Рогожин, М. Л. Петренко. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2018. – 47 с.

4 Средства технического оснащения автосервиса: методические рекомендации к лабораторным занятиям для студентов специальности 1-37 01 07 «Автосервис» / Сост. В. Д. Рогожин, М. Л. Петренко. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2018. – 48 с.

5 Требования к выполнению технологической и конструкторской документации в курсовом и дипломном проектировании: методические указания для студентов специальности 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» / Сост. И. С. Сазонов [и др.]. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2012. – 48 с.

6 TROMMELBERG [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.trommelberg.ru/Brand.aspx/Description>. – Дата доступа: 01.09.2019.

7 МАНА [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.maha.de/>. – Дата доступа: 01.09.2019.

8 **Иванов, В. П.** Оборудование автопредприятий: учебник / В. П. Иванов, А. В. Крыленко. – Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2016. – 302 с.: ил.

9 **Васильева, К. В.** Оформление чертежей по ЕСКД. Простановка на чертеже размеров, допусков, посадок, погрешностей формы, расположения и шероховатости поверхностей: учебное пособие / К. В. Васильева, В. С. Найман. – Москва: МГУЛ, 2015. – 128 с.

10 Типаж и техническая эксплуатация оборудования предприятий автосервиса: учебное пособие / В. А. Першин [и др.]. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. – 413 с.: ил.

11 **Марков, О. Д.** Станции технического обслуживания автомобилей / О. Д. Марков. – Киев: Кондор, 2008. – 536 с.: ил.

12 Межотраслевые правила по охране труда на автомобильном и городском электрическом транспорте: постановление М-ва труда и соц. защиты Респ.

Беларусь, М-ва транспорта и коммуникаций Респ. Беларусь, 03 дек. 2014 г., № 103/40 / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2014. – 58 с.

13 **СТБ 1175–2011**. Обслуживание транспортных средств организациями автосервиса. Порядок проведения. – Минск: БелГИМ, 2011. – 16 с.

14 «Сфера-Сервис» является одной из наиболее крупных фирм на российском рынке поставщиков оборудования для автосервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sfera-service.ru/sfera/about.htm>. – Дата доступа: 01.09.2019.

15 Производство и поставка оборудования для автосервиса и гаражного оборудования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garo.ru>. – Дата доступа: 01.09.2019.

16 Оборудование для компьютерной диагностики и ремонта автомобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://scantools.by/index.html>. – Дата доступа: 01.09.2019.

17 Компания LANTECH представляет оборудование для диагностики и ремонта автомобилей, только с гарантией, независимо от происхождения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lan-tech.ru/about.html>. – Дата доступа: 01.09.2019.

18 Основным направлением деятельности компании TROMMELBERG является конструирование, производство и продвижение на рынок гаражного оборудования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.trommelberg.ru/Brand.aspx/Description.html>. – Дата доступа: 01.09.2019.

19 Магазин мебели для автосервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://2mgroup.ru>. – Дата доступа: 01.09.2019.

20 АО «ГАРО-Трейд» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garotrade.ru/production>. – Дата доступа: 04.04.2019.

21 ООО «Ареон» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.areon.su>. – Дата доступа: 04.04.2019.

22 Унитарное предприятие «ГАММАТЕСТ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gammatest.by>. – Дата доступа: 04.04.2019.

23 Компания «Автобис» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.autobis.org>. – Дата доступа: 04.04.2019.

24 Город СТО. Автосервисное оборудование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gorod-sto.by/katalog>. – Дата доступа: 04.04.2019.

25 Автосервисное оборудование Сорокин. Каталог оборудования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sorokin.ru/catalog/>. – Дата доступа: 04.04.2019.

26 **Малкин, В. С.** Устройство и эксплуатация технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта: учебное пособие / В. С. Малкин. – Тольяти: ТГУ, 2016. – 432 с.

27 **Бондаренко, Е. В.** Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования / Е. В. Бондаренко, Р. С. Фаскиев. – Москва: Академия, 2016. – 304 с.

28 Инженерный анализ в Ansys Workbench: учебное пособие / В. А. Бруйка [и др.]. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 271 с.: ил.

29 Компания «Алви» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://alvivit.by/taxonomy/term/2?yclid= 5734343042146275354](http://alvivit.by/taxonomy/term/2?yclid=5734343042146275354). – Дата доступа: 04.04.2019.

30 Оборудование для автосервиса Gelion [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gelion.by>. – Дата доступа: 04.04.2019.

31 **Семенов, Ю. А.** Теория механизмов и машин в примерах и задачах: учебное пособие: в 2 ч. / Ю. А. Семенов, Н. С. Семенова. – Санкт-Петербург: Политехн. ун-т, 2015. – Ч. 1. – 284 с.

32 **Коровайцев, А. В.** Структурный подход в расчетах прочности и устойчивости простейших элементов конструкций летательных аппаратов / А. В. Коровайцев, Е. А. Коровайцева, В. А. Столярчук. – Москва: Ленанд, 2015. – 376 с.

33 **Симанин, И. А.** Гидравлика. Типовое проектирование гидравлического привода технологического оборудования: учебное пособие / И. А. Симанин, И. И. Сазанов. – Пенза: Пенз. гос. технол. ун-т, 2016. – 84 с.

34 **Крассов, И. М.** Гидравлические элементы систем автоматического регулирования / И. М. Крассов. – Москва: МАШГИЗ, 2016. – 364 с.

35 **Схиртладзе, А. Г.** Гидравлические и пневматические системы / А. Г. Схиртладзе. – Москва: Высшая школа, 2016. – 906 с.