

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) Отделение машиностроения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка мобильного комплекса «Аэрошуп»

УДК 007:504.05:551.312

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A8B	Лаубган Константин Валерьевич		06.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Буханченко Сергей Евгеньевич	к.т.н.		06.06.2022

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н.		06.06.2022

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Черемискина Мария Сергеевна			06.06.2022

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	к.т.н.		06.06.2022

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен 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	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК(У)-2	Осознает сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
ОПК(У)-4	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ДОПК(У)-1	Способен разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию в соответствии со стандартами и с учетом технических и эксплуатационных характеристик деталей и узлов изделий
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-2	Способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств

ПК(У)-3	Способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-4	Способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-5	Умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-6	Умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	Умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	Умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	Способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-10	Умеет учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-11	Умеет использовать стандартные средства автоматизации при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-12	Способен оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-13	Умеет проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-14	Умеет проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-15	Умеет применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-17	Умеет обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов

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
Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение
Отделение школы (НОЦ) отделение машиностроения

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) Е.А. Ефременков
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
4A8B	Лаубган Константин Валерьевич

Тема работы:

Разработка мобильного комплекса «Аэрощуп»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	03.02.2022 №34-78с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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>	Объект исследования: мобильный комплекс «Аэрощуп»; Диапазон рабочих температур 0...+50°C; Суточная продолжительность работы без подзарядки: не менее 8 часов; Среднее суточное количество циклов «вкл/выкл»: не менее 100; Продолжительность разовой непрерывной работы на точке: не менее 5 минут; Масса: не более 20 кг; Степень защиты: не хуже IP65
---	--

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>	Аналитический обзор объекта исследования и предмета исследования, сравнительная таблица; разработка состава, разработка компоновки, пневматическая схема, принципиальная схема, подбор оборудования, создание 3D модели, проведение расчетов; разработка технологического маршрута, размерный анализ, расчет режимов резания, подбор оборудования, нормирование, выбор режущего инструмента и технического приспособления, расчет приспособления, разработка раздела финансовый менеджмент, ресурсоемкость и ресурсосбережение, разработка раздела социальная ответственность
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Чертеж общего вида кейса основного модуля 2. Чертеж общего вида кейса исполнительного модуля 3. Сборочный чертеж исполнительного модуля 4. Рабочий чертеж детали «Переходник»
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоемкость и ресурсосбережение	Кашук Ирина Вадимовна
Социальная ответственность	Черемискина Мария Сергеевна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	13.12.2021
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Буханченко Сергей Евгеньевич	к.т.н.		13.12.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А8В	Лаубган Константин Валерьевич		13.12.2021

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 146 с. 1, 45 рис., 37 таблиц, 37 источников.

Ключевые слова: мобильность, кейс, аэратор, аэрация.

Объектом исследования является экспресс исследования и картирование загрязнений нефтью и нефтепродуктами донных отложений водных объектов.

Цель работы - создание мобильного комплекса для экспресс оценки и картирования загрязнений нефтью и нефтепродуктами донных отложений водных объектов.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы выполнено пять частей: аналитическая часть, проектная часть, технологическая часть, финансовый менеджмент, ресурсоемкость и ресурсосбережение и социальная ответственность. Рассмотрены аналоги, принцип их действия. Разработан состав, компоновочное решение, пневматическая схема, принципиальная схема. Создана 3D модель и конструкторская документация. Разработан технологический маршрут детали «Переходник», подобран станок, подобрано режущее и мерительное оборудование. Проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования, проведен SWOT-анализ, составлен бюджет комплекса, определена ресурсная, финансовая, бюджетная, социальная и экономическая эффективность исследования. Рассмотрены возможные опасные и вредные факторы при эксплуатации. Рассмотрена безопасность в чрезвычайных ситуациях.

В будущем планируется усовершенствовать комплекс, рассмотреть более подробно и гибко подобрать необходимые комплектующие.

Оглавление

Введение.....	10
1. Аналитическая часть.....	11
1.1 Виды загрязнений.....	11
1.2 Очистка сточных вод от нефтепродуктов.....	13
1.3 Классификация оборудования для очистки нефти и нефтепродуктов.....	17
1.3.1 Установка для подборки с поверхности воды насыщенных нефтью сорбентов.....	17
1.3.2 Скиммеры нефти и нефтепродуктов.....	18
1.3.3 Земснаряды.....	21
1.3.4 Эскаватор-амфибия.....	22
1.3.5 Сравнительная таблица.....	25
2. Проектная часть.....	28
2.1 Состав комплекса.....	28
2.2 Компонировочное решение.....	30
2.3 Пневматическая схема.....	31
2.4 Принципиальная схема.....	33
2.5 Подбор оборудования.....	36
2.5.1 Аккумуляторная батарея.....	36
2.5.1.1 Выбор аккумуляторной батареи.....	38
2.5.2 Компрессор.....	43
2.5.2.1 Выбор компрессора.....	45
2.5.3 Устройство оператора.....	47
2.5.3.1 Выбор устройства оператора.....	50
2.5.4 Motion Terminal.....	51
2.5.5 Процесс аэрации.....	55
2.5.5.1 Аэратор.....	56
2.5.5.2 Пневмоглушитель.....	57
2.6 3D моделирование изделия.....	59
2.6.1 3D моделирование основного модуля.....	59
2.6.2 3D моделирование исполнительного модуля.....	60
2.7 Проведение необходимых расчетов.....	60
2.7.1 Статический анализ.....	60
2.7.2 Расчет аэратора.....	63

2.8 Заключение.....	64
3. Технологическая часть.....	65
3.1 Введение.....	65
3.2 Техническое задание.....	67
3.3 Анализ технологичности конструкции детали.....	68
3.4 Обоснование выбора вида заготовки.....	73
3.5 Разработка технологического маршрута.....	75
3.6 Размерный анализ.....	82
3.6.1 Чистовое растачивание.....	85
3.6.2 Черновое растачивание.....	86
3.7 Расчет режимов резания.....	87
3.8 Подбор оборудования.....	100
3.9 Нормирование.....	101
3.9.1 Расчет основного времени.....	101
3.9.2 Расчет вспомогательного времени.....	105
3.9.3 Расчет оперативного времени.....	106
3.10 Выбор режущего инструмента.....	107
3.11 Выбор технического оснащения.....	107
3.12 Расчет приспособления.....	108
3.13 Заключение.....	110
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	113
4.1 Введение.....	113
4.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсоснабжения.....	113
4.2.1 Анализ конкурентных технических решений.....	113
4.2.2 SWOT-анализ.....	115
4.3 Планирование проекта по разработке комплекса.....	118
4.3.1 Структура работ в рамках проекта.....	118
4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения.....	119
4.4 Бюджет проектной работы.....	125
4.4.1 Расчет материальных затрат.....	125
4.4.2 Расчет амортизации специального оборудования.....	126
4.4.3 Основная заработная плата исполнителей.....	127
4.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	130

4.4.5 Накладные расходы.....	130
4.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	132
4.6 Заключение.....	136
5. Социальная ответственность.....	139
5.1 Введение.....	139
5.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	139
5.3 Производственная безопасность при эксплуатации.....	141
5.3.1 Превышения уровня шума.....	142
5.3.2 Превышения уровня вибрации.....	143
5.3.3 Изменения показателей микроклимата.....	143
5.3.4 Подвижные части оборудования.....	144
5.3.5 Возможность поражения электрическим током.....	145
5.3.6 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.....	147
5.4 Экологическая безопасность.....	147
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	148
5.5.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут произойти на рабочем месте.....	148
5.5.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действий в случае возникновения ЧС.....	149
5.6 Заключение.....	150
6. Заключение.....	152
7. Список источников.....	153
8. Приложения.....	157

Введение

Объект исследования: экспресс исследование и картирование загрязнений нефтью и нефтепродуктами донных отложений водных объектов.

Предмет исследования: мобильный комплекс для экспресс оценки и картирования загрязнений нефтью и нефтепродуктами донных отложений водных объектов.

Цель исследования: создание мобильного комплекса для экспресс оценки и картирования загрязнений нефтью и нефтепродуктами донных отложений водных объектов.

Задачи:

1. Провести аналитический обзор аналогов разрабатываемой конструкции;
2. Разработать принципиальную схему конструкции;
3. Разработать 3D-модель конструкции;
4. Провести прочностные и пневматические расчеты конструкции, а также его элементов;
5. Разработать технологический процесс изготовления детали «Переходник»;
6. Разработать раздел по финансовому менеджменту проекта;
7. Разработать раздел по социальной ответственности проекта.

Теоретическая значимость: выявление параметров, определяющих эффективность аэрационного способа очистки водоемов от нефти и нефтепродуктов.

Практическая значимость: создание устройства для экспресс оценки, картирования и очистки от загрязнений нефтью и нефтепродуктами водных объектов.

1. Аналитическая часть

1.1 Виды загрязнений

Гидросфера – это водные ресурсы земного шара, важнейшая часть биосферы, без которой не была бы возможной жизнь на планете. Все моря, реки, озера и океаны образуют Мировой океан. И, только 6% этого объема составляет пресная вода. Одной из серьезных проблем современности является загрязнение гидросферы, вызванное человеческой деятельностью.

Загрязнение гидросферы приводит к неблагоприятным экологическим последствиям как пресноводных экосистем, так и мирового океана. Это нарушение их устойчивости, мутагенез и канцерогенез, красные приливы, эвтрофикация вод и нехватка пресной воды. Рассмотрим основные виды загрязнений гидросферы [1].

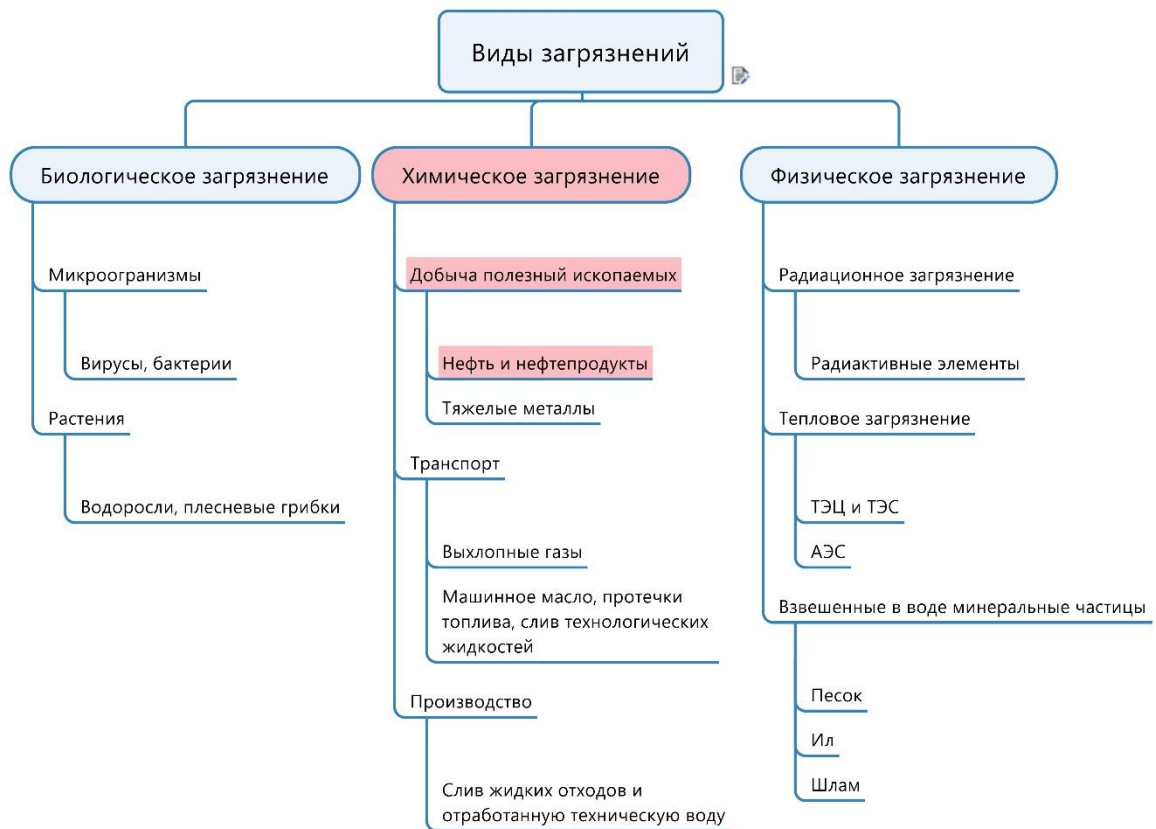


Рисунок 1 – Основные виды загрязнений гидросферы

Биологическое загрязнение в основном связано с появлением в воде водорослей, грибков, разных вирусов и бактерий. Подобные загрязнения возникают как по естественным причинам, так и из-за деятельности человека. Частой причиной биологического загрязнения является попадание в воду питательных веществ, растворенных удобрений, смываемых с полей.

Подобные вещества являются причиной «зацветания», ведь из-за этого происходит рост мелких водорослей. В результате, озеро, водохранилище может превратиться в болото.

Физическое загрязнение – связано с несколькими видами вредоносного воздействия, которые в основном относятся к деятельности человека:

1. Загрязнение взвешенными в воде минеральными частицами – данное загрязнение мешает фотосинтезу водорослей и делает вода непрозрачной. Данный тип загрязнений относят к наиболее безвредному;
2. Тепловое загрязнение – данное загрязнение происходит из-за сброса технической воды ТЭЦ и ТЭС в различные водоемы. Также, воду используют в качестве охлаждения внешнего контура АЭС. Данный тип опасен тем, что из-за него происходит нарушение экологического равновесия и природных циклов развития водных организмов;
3. Радиационное загрязнение – данное загрязнение считается наиболее опасным, так как приводит к болезням, мутациям и накоплению в животных организмах радиоактивных элементов. После чего, радиоактивные элементы попадают в организм наземных животных, которые в свою очередь питаются рыбой или водорослями.

Химическое загрязнение – связано с попаданием в воду веществ и соединений, которых в норме не должно быть. Может происходить как по естественным причинам, так и из-за деятельности человека. По естественным причинам можно отнести вулканическую деятельность, ведь после подобного в воде растворяются сернистые газы. К деятельности человека относят:

1. Производство – большое количество предприятий все еще сливают жидкие отходы и отработанную воду в водоемы;
2. Транспорт – происходит реакция выхлопных газов с водяным паром, в следствии чего происходит оседание и, затем, попадают в озера, водохранилища, реки, после и в моря. Существует и водный транспорт, который не менее опасен: а) отработанное техническое масло, протечки топлива, слив технологических жидкостей; б) транспортные аварии (разрывы трубопроводов, разлив нефти из танкеров);
3. Добыча полезных ископаемых – откачка воды. Далее, вода проходит по промышленным каналам, где используется для промывки руд и их концентратов. Вода неизбежно растворяет часть веществ, которые содержатся в воде, и, таким образом в водоемы могут попасть соединения свинца, мышьяка, серы и пр. Крайне опасна добыча углеводородов, в особенно с применением метода гидроразрыва пласта. Ведь в за частую происходит так,

что жидкость разрыва, в состав жидкости разрыва входит кислота, антибактериальные соединения, ингибитор коррозии и прочие вещества, попадает в подземные водные горизонты.

Один из наиболее распространенных техногенных видов загрязнений воды, вследствие которого её нельзя не только пить, но и зачастую применять для промышленных нужд – это примеси различных нефтепродуктов.

Примеси различных нефтепродуктов - это один из самых распространенных видов загрязнений воды, из-за которого воду нельзя не только пить, но и применять для промышленных нужд.

1.2 Очистка сточных вод от нефтепродуктов

Присутствие примесей нефтепродуктов в сточной воде недопустимо для дальнейшей жизни на нашей планете. Существует несколько основных видов нефтяных и нефтепродуктовых загрязнений. Все они оказывают невероятное влияние на качество воды. Для каждого вида загрязнений используют свой наиболее качественный метод очистки сточных вод от нефтепродуктов [2].

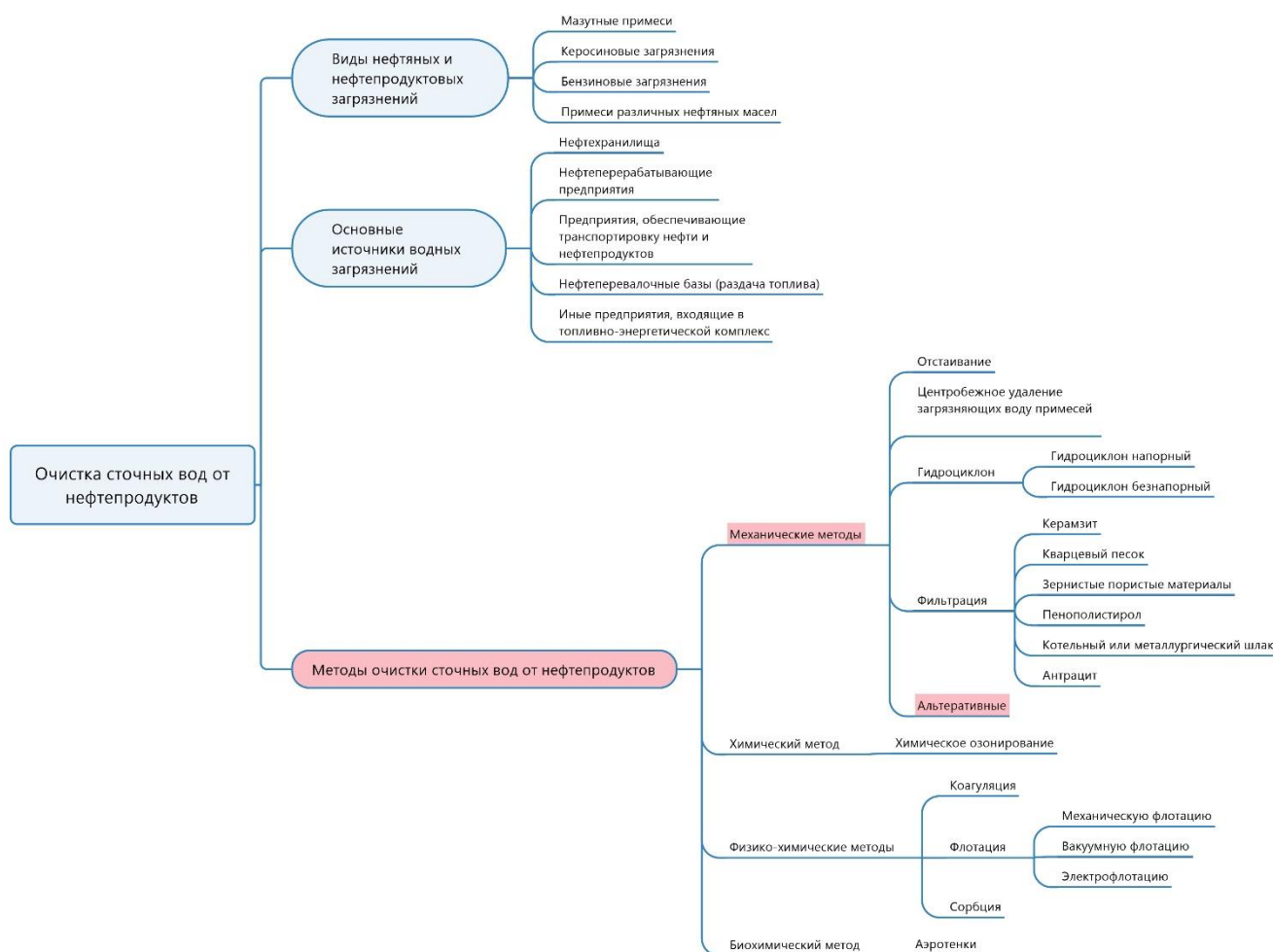


Рисунок 2 – Классификация очистки сточных вод и нефтепродуктов

К основным видами нефтяных и нефтепродуктовых загрязнений относят:

1. Мазутные примеси;
2. Керосиновые загрязнения;
3. Бензиновые загрязнения;
4. Примеси различных нефтяных масел.

По сути, все вышеперечисленные соединения являются высокотоксичными. Из-за этого, все они являются крайне опасными для экологического состояния окружающей среды. Данные нефтяные примеси уходят в почву вместе со стоками, откуда далее распространяются по искусственным и природным водоемам. Обычно, на подобных водоемах установлены разного рода водозаборы, которые снабжают гражданские и промышленные объекты [2].

К основным источникам водных загрязнений относят:

1. Нефтехранилища;
2. Нефтеперерабатывающие предприятия;
3. Предприятия, которые обеспечивают транспортировку нефти и нефтепродуктов;
4. Нефтеперевалочные базы (раздача топлива);
5. Прочие предприятия, которые входят в топливно-энергетический комплекс.

В большинстве своем, во всех основных источниках водных загрязнений допускают разливы нефти и нефтепродуктов. Также, на подобных предприятиях допускаются такие процедуры, как:

1. Мытье резервуаров, мытье оборудования. При этом используется обычная вода или водный раствор;
2. Попадание в промышленные стоки оборотной воды. Данная вода является крайне непригодной, так как есть вероятность загрязнения нефтяными примесями через сальники или подшипники применяемого оборудования;
3. Слив конденсата. Появляется высокая концентрация паров нефтепродуктами, которые подверглись загрязнению нефтепродуктами;
4. Отклонения в герметичности емкостей. Емкости, в которых хранятся нефтепродукты находятся в герметичных емкостях.

В любом случае, к проблеме загрязнения акватории нефтью и нефтепродуктами уделяется особое внимание, ведь данная проблема остро стоит и поднимается из года в год. Уделяется особое внимание, чтобы очистка сточных вод от нефти и нефтепродуктов была максимально действенна. Также, рассматриваются более жесточенный контроль содержания нефтяных примесей в используемой воде. Таким образом можно подвести данную проблему к минимальной возможности загрязнения акватории.

К основным методам очистки сточных вод от нефтепродуктов относят:

1. Механические методы;
2. Химический метод;
3. Физико-химические методы;
4. Биохимический метод.

В настоящее время стараются использовать и развивать все методы очистки. Однако, большинство специалистов сходятся в том, что биологический метод является более эффективным и многообещающим в области очищения.

Химический метод в основном завязан на химическом озонировании. В большинстве случаев, химический метод обусловлен окислением углеводородных составляющих нефти, а также, ее производных.

Вообще, суть данного метода заключается в добавление специально разработанных химических реагентов. Химические реагенты вступают в реакцию с нефтью и нефтепродуктами, в следствии чего данные химические вещества вызывают выпадение примесей в виде осадков.

Физико-химическая очистка в данный момент является одной из самых распространенных и эффективных методов. Механический метод может удалить около 60-65 процентов нефтяных примесей. Задачей же физико-механической очистки является удаление оставшихся загрязнений.

Процессы физико-химического способа основаны на различных особенностях взаимодействия различных веществ с водой, химическими реагентами, а также взаимодействия друг с другом. В таких условиях, гидрофобные вещества могут без проблем отделиться от гидрофильных веществ. В таком случае, происходит концентрирование гидрофобных веществ и, также, изменяется их физическая сущность. В зависимости от образованного вещества, гидрофобные вещества могут выпасть либо в пену, либо в осадок [2].

Существует несколько разнообразных вариаций физико-химической очистки:

1. Коагуляция;

2. Флотация;

2.1 Механическая флотация;

2.2 Вакуумная флотация;

2.3 Электрофлотация;

3. Сорбция.

Биологический метод использует для очистки воды и нефти и нефтепродуктов различных микроорганизмов, которые способны к расщеплению и, также, усвоению вредоносных примесей. В результате, при применении биологического метода, окисление нефти и нефтепродуктов превращает их в максимально безопасные продукты, такие, как: углекислый газ, нитратные соли, сульфатные соли, обычная вода и другие безвредные соединения.

Для того, чтобы эффективно можно было очищать воду от примесей нефти используя биологический метод, подразумевается применение специальных аэротенков и биологических фильтров.

Аэротенки по мнению многих специалистов являются более продвинутой, производительной и совершенной технологией. Аэротенки это длинные резервуары, длина которых может достигать 100 метров. В основном, аэротенки выполнены из железобетона. В аэротенки, подается сточная вода, а также, дополнительно подается барботируемый воздух. Барботируемый воздух способствует более продуктивному развитию микроорганизмов, которые занимаются очищением воды.

В большинстве случаев механический метод применяется сугубо для первичной очистки воды от загрязнения нефтью. С помощью механического метода, можно удалить порядка 60-65 процентов различных нефтяных примесей и веществ, находящихся в воде.

Как самостоятельный способ, механическую очистку используются только тогда, когда очищенная вода механическим способом может быть пригодной для дальнейшего использования. Например, использования в качестве технологическо-производственного процесса, или же, такая вода будет спущена в естественный водоем, при этом не будет нанесен никакой вред экологии.

Существуют наиболее распространенные методы механической очистки:

1. Отстаивание;
2. Центробежное удаление загрязняющих воду примесей;
3. Гидроциклон (напорный и безнапорный);
4. Фильтрация;
5. Альтернативные.

1.3 Классификация оборудования для очистки нефти и нефтепродуктов

Одним из самых распространенных видов загрязнения морских водных объектов является загрязнение нефтью и нефтепродуктами, которые, как известно, является основным энергоносителем. Зачастую, в дальние районы, нефтяное топливо завозится исключительно морским транспортом [3]. Перевалка же, осуществляется в морских портах. Перевалка нефтепродуктов с танкеров и бункеровка судов в морских портах происходит в специально созданных для этого местах, разгрузочных пунктах. Как правило, разгрузочные пункты подвержены хроническому загрязнению нефтепродуктами, которые попадают в морскую среду в результате аварий и образования протечек топлива.

Исследования показывают, что в разгрузочных пунктах значительное количество загрязняющих веществ, содержащихся в поверхностных водах под слоем пленки нефтепродуктов. Также, накапливается в донных отложениях на месте разлива. В некоторых разгрузочных пунктах концентрация нефтепродуктов донных отложений в разы превышала максимально допустимую концентрацию. Таким образом, результаты исследований напрямую указывают на взаимосвязь между общим состоянием отдельных районов водного объекта и содержанием загрязняющих веществ донных отложений этих районов.

1.3.1 Установка для подборки с поверхности воды насыщенных нефтью сорбентов

Данное изобретение можно отнести к оборудованию, которое позволяет подбирать с акватории различные плавающие жидкости в районах морского бурения, случайного слива нефти и нефтепродуктов в морях и реках [4].

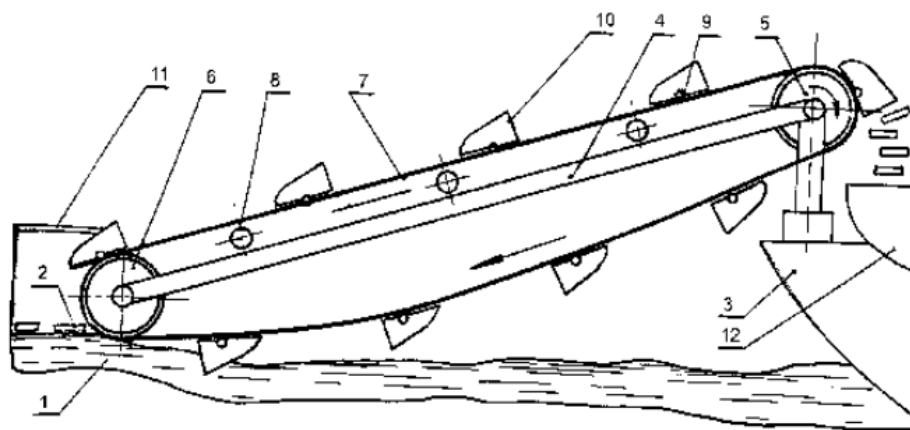


Рисунок 3 – Вид сбоку

Принцип работы: судно 3 подходит к месту расположения на поверхности воды 1 насыщенных нефтью сорбентов 2, заключенных в жесткие каркасы. Приводится во вращение приводной барабан 5, который обеспечивает движение транспортной ленты 7 с ковшами 10, выполненными из сетчатого или перфорированного листового материала и закрепленными на ленте 7 посредством поперечных шарнирных стержней 9. Элементы в виде жестких каркасов с сорбентом 2, насыщенными нефтью, захватываются с поверхности воды 1 ковшами 10, которые поднимаются с транспортной лентой 7 вверх, при этом вода стекается из ковшей 10 через отверстия стенок, а сорбенты 2 выгружаются из ковшей 10 в лоток 12, установленный на судне 3, при прохождении вокруг приводного барабана 5. Из лотка 12 сорбенты 2 перегружаются в установку для регенерации сорбента и утилизации нефти по безотходной технологии.

1.3.2 Скиммеры нефти и нефтепродуктов

Скиммеры нефти и нефтепродуктов – это специализированное оборудование, которое используется для очищения водных участков и последующей ликвидации разливов нефтепродуктов с поверхности воды. Использовать скиммеры можно как в портах, так и в различных акваториях, где потенциально может проходить разлив нефти. Скиммеры разделяют на несколько видов. В ситуациях, когда происходит разлив нефти, в первую очередь используют боновые заграждения, для того, чтобы собрать всю нефть в определенном районе и не дать ей распространиться в дальнейшем. Затем используют скиммеры нефти и нефтепродуктов для дальнейшей работы [5].



Рисунок 4 – Классификация скиммеров по перемещению

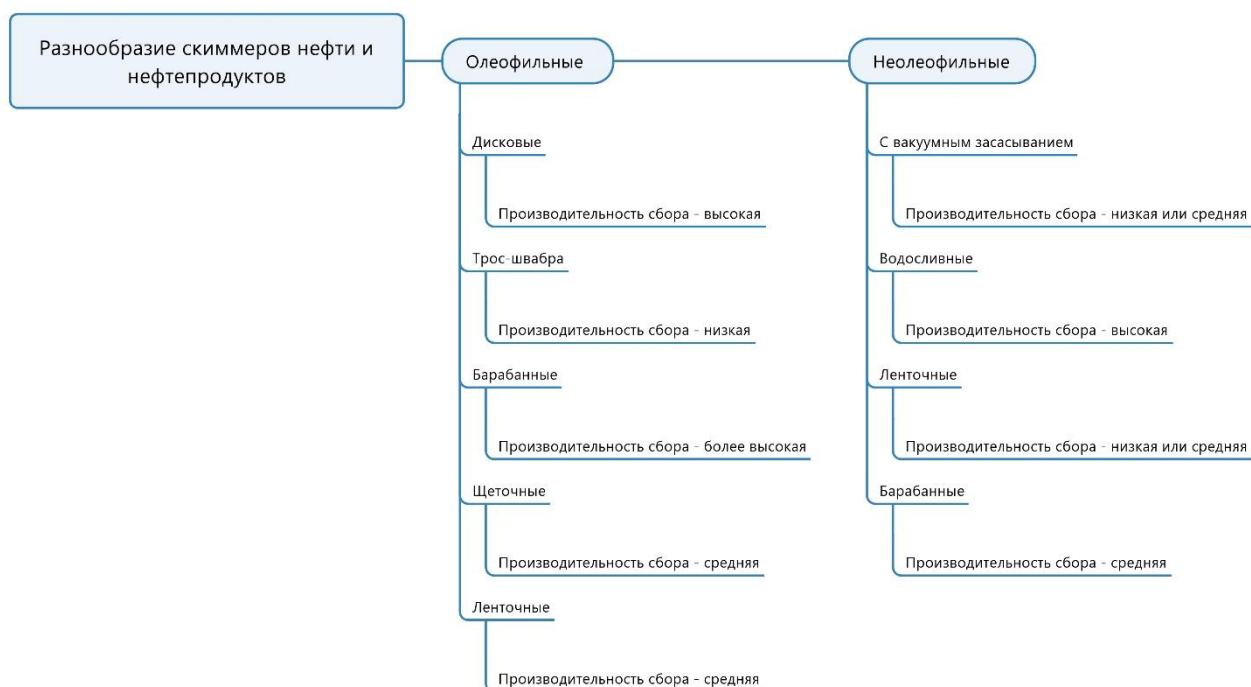


Рисунок 5 – Виды скиммеров

Скиммер позволяет собирать или отводить нефть за счет заборного устройства. Заборное устройство позволяет направлять в насосную систему, таким образом нефть перекачивается в бак. Нефть и нефтепродукты прилипают за счет олеофильных систем. В дальнейшем, происходит выбор нефти и нефтепродуктов с поверхности, благодаря ковшам, лентам или черпакам.

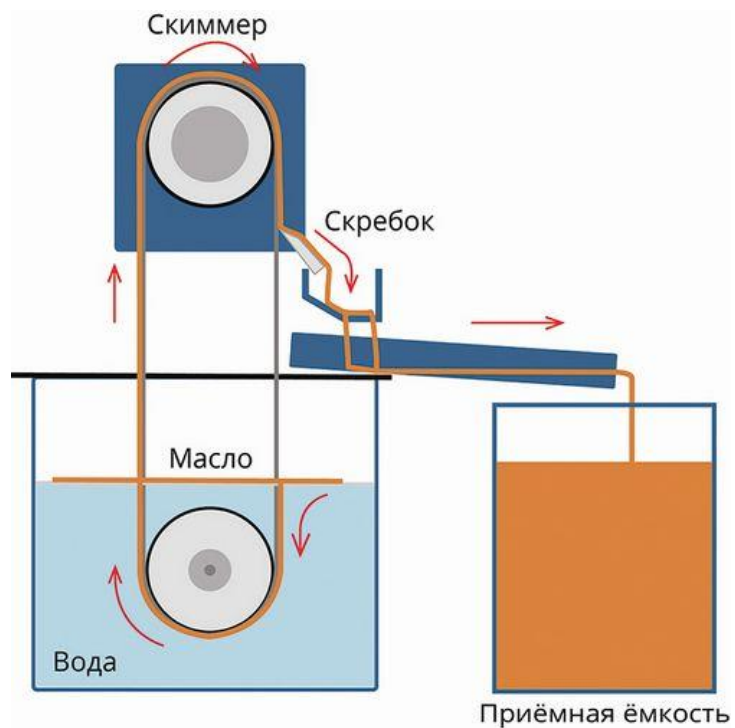


Рисунок 6 – Принцип работы скиммера нефти

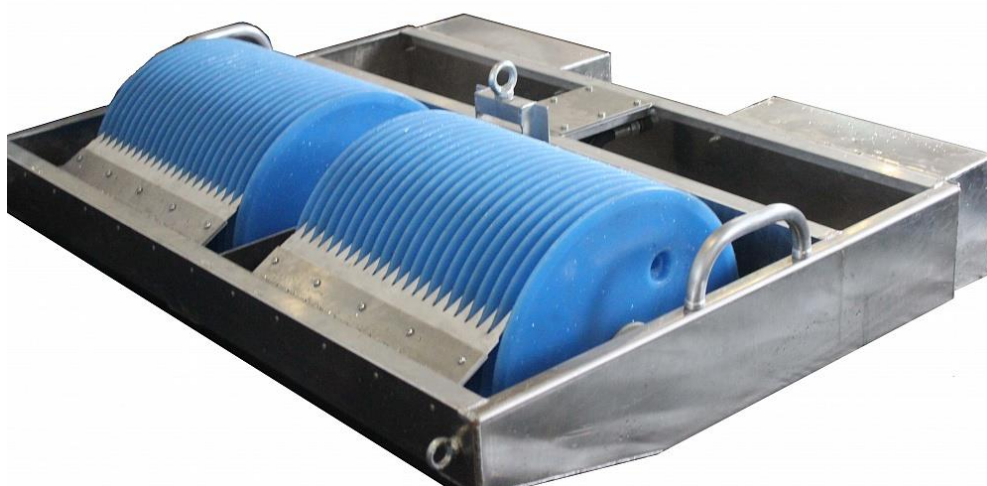


Рисунок 7 – Скиммер барабанный

1.3.3 Земснаряд

Земснаряд – группа судов, которая в свою очередь выполняет подводную работу с грунтом. Земснаряд предназначен для транспортировки грунта, в том числе используется для добычи металлов, песка и отчистки дна [7].

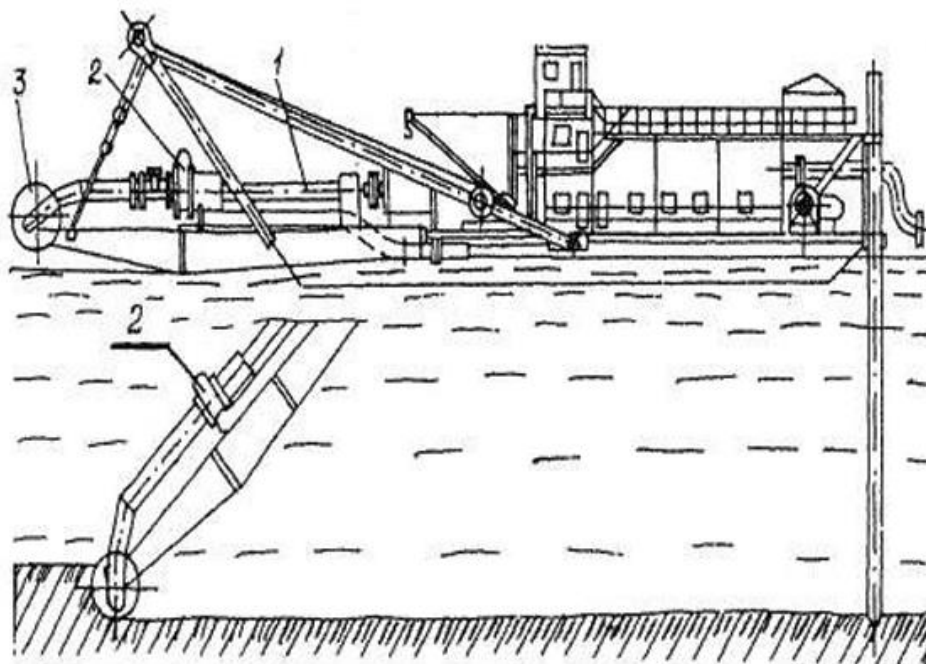


Рисунок 8 - Земснаряд

Безостановочная эксплуатация техники обусловлена грунтососом, который должен в проточной части иметь максимальные характеристики прочности к материалам повышенной твердости (абразиву).

Насосное устройство нередко устанавливается в трюме судна – такое расположение предотвращает кавитацию, которая сокращает срок исправной работы агрегата.

Рассмотрим поэтапно процесс работы землесосного снаряда:

1. Предварительно вычисляется скорость подачи смеси и проходимость трубопровода;
2. В грунтосос заливается вода, его опускают на дно водоема;
3. Включается двигатель и редуктор;
4. Из всасывающей трубы выкачивается воздух, чтобы получить вакуум;
5. Вакуум всасывает пульпу;
6. Грунт с водой попадает в насос и перекачивается на баржу или берег;

7. Вся конструкция перемещается за счет лебедок или свайного хода (бывают совмещенные варианты).



Рисунок 9 – Классификация земснарядов

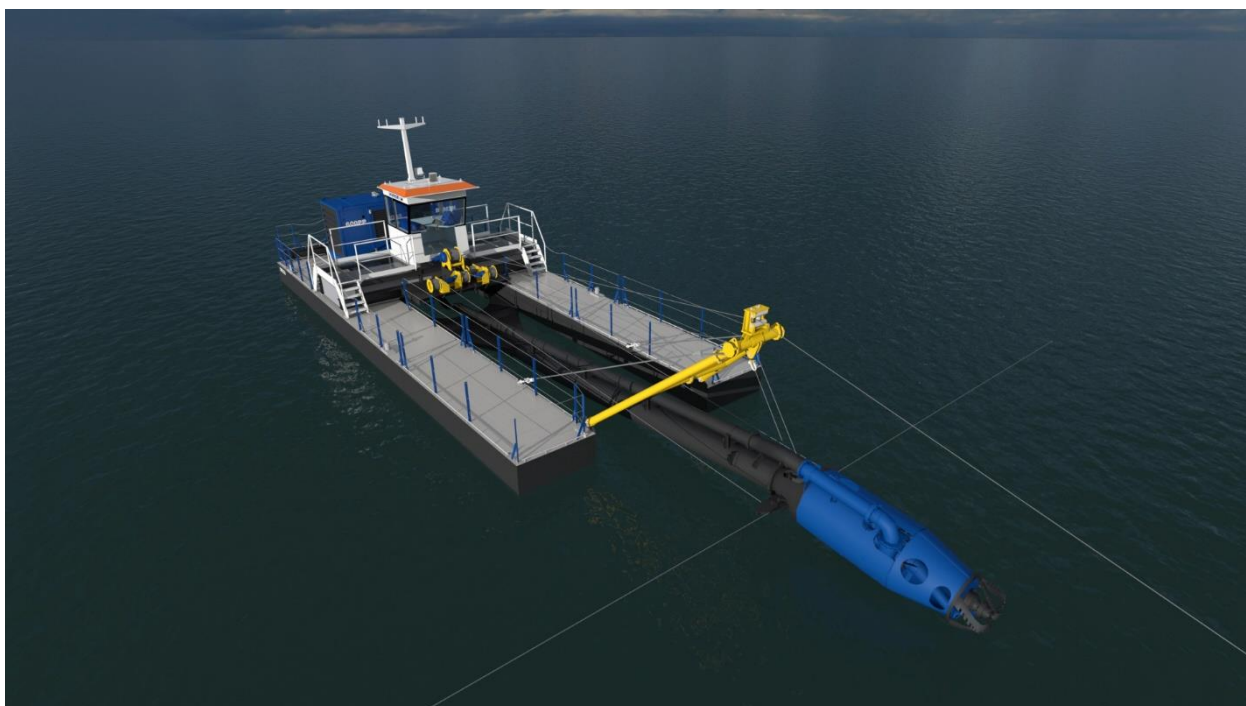


Рисунок 10 – Земснаряд

1.3.4 Экскаватор-амфибия

Экскаватор-амфибия — это тип экскаватора, который оснащен герметичным понтонным оборудованием, которое позволяет ему выполнять дноуглубительные работы во время плавания на мелководье. Понтоны изготовлены из стали с высокой прочностью на растяжение, благодаря условиям работы, в которых они находятся, они устойчивы к коррозии и могут работать в условиях высокой солености, как и в случае работы с морской водой. Это гарантирует, что экскаватор может работать даже в экстремальных условиях. Это оборудование, специально разработанное для маневрирования в болотистых местах, таких как заболоченные земли и мягкий грунт, а также для плавания на воде. Эти экскаваторы являются полностью самоходными и оснащены направляющей гидравлической системой с прямым приводом [7]

Аморфный экскаватор может выполнять очень широкий круг задач:

1. Гидротехнические работы на болотах и водоемах (нанесение береговых укреплений, дноуглубительные работы, строительство причалов и пирсов, благоустройство прибрежных зон водоемов, чистка русел рек);
2. Работы по ликвидации аварий (реставрация и мелиорация болотной местности, очистка дна водоемов и промышленных отстойников, восстановление затопленных участков);
3. Прокладка и ремонт трубопроводов;
4. Общестроительные работы в сложных погодных и ландшафтных условиях, расчистка затопленных строительных котлованов.

Конструктивно плавающий экскаватор представляет собой стандартный гидравлический экскаватор, поставленный на шасси снегоболотоходной машины со съемными понтонами и широкими гусеницами, которые имеют большую площадь контакта с поверхностью, благодаря чему создается крайне низкое давление на грунт. Это позволяет использовать болотный экскаватор в природоохранных зонах, не нанося вреда большому почве и растениям. Такой экскаватор амфибия может с легкостью передвигаться по рыхлому снегу, болотам всех категорий, пескам, глинам, а также работать на открытой воде. В последнем случае его широкие гусеницы выполняют роль лопастей, заставляя экскаватор болотник плыть в нужном направлении. Помимо этого, болотный экскаватор может оснащаться дополнительными водяными двигателями, благодаря чему в разы увеличивается скорость его перемещения по водоему. Специальный поворотный ковш на удлиненной стреле позволяет вести работы прямо с открытой поверхности воды до глубины 9 метров. При этом башня экскаватора болотохода может вращаться на 360°, не нарушая равновесия машины.



Рисунок 11 - Экскаватор-амфибия

Также, в сети интернет существуют и другие патенты для очистки нефти и нефтепродуктов, однако, никакой более информации обнаружено не было [Приложение А]

Рассмотрим сравнительную таблицу

Таблица 1 – Сравнительная таблица

	Скиммер барабанный СБР-20	Земснаряд Уралец-2	Эскаватор- амбифия Lishide SC160SD.9	Скиммер барабанный ABASCO ATS-40	Земснаряд DRW-8DLE	Аэрошуп
Производительность, м ³ /ч	16	40	220	24	356	0,5
Время на подготовку, ч	1	1	1	1	1	1
Время работы, ч	8	8	8	8	8	8
Максимальная глубина, м	0,25	7	11	0,5	6-8	10
Количество обслуживающего персонала	2	5	2	2	5	2
Мобильность	+	-	-	-	-	+
Габаритные размеры, мм	880x1280x510	8000x3900x1300	10350x4385x3850	1880x1346x4 57	13000x4000x7 50	546x446x230
Масса, кг	35	9000	21500	86,2	6500	20

Рассмотрим основные характеристики, затем выделим достоинства и недостатки.

1. Производительность:

Достоинства:

1. Повышенная производительность позволяет увеличить объем поверхности при очищении.

Недостатки:

1. Для того, чтобы повысить производительность, нужно использовать новейшее оборудование, что будет негативно сказываться на себестоимость конструкции.

2. Время на подготовку

Достоинства:

1. Чем меньше времени уходит на подготовку оборудования, тем быстрее можно будет приниматься за работу.

3. Время работы:

Достоинства:

1. Бесперебойная работа позволяет увеличить время работы оборудования.

Недостатки:

1. Для бесперебойной работы, подбираются необходимые комплектующие, что может повлиять на себестоимость.

4. Максимальная глубина работ:

Достоинства:

1. Возможность использовать оборудования для очистки при глубоководных работах.

Недостатки:

1. Усложнение конструкции для подобного типа работ.

5. Количество обслуживающего персонала:

1. Возможность проводить работу одному.

Недостатки:

1. Увеличивает количество заработной платы.

6. Мобильность:

Достоинства:

1. Возможность переносить оборудование без использования дополнительных средств;

Недостатки:

1. Полное отсутствие возможности переноса оборудования с одной точки, в другую.

7. Габаритные размеры:

Достоинства

1. Меньшие габариты позволяют увеличить мобильность.

Недостатки:

1. Лишняя трудоемкость при разработке оборудования.

8. Масса:

Достоинства:

1. Пониженная масса влияет на мобильность оборудования.

Недостатки:

1. Использование дополнительного оборудования для перемещения.

2. Проектная часть

2.1 Состав комплекса

Согласно техническому заданию необходимо разработать мобильный комплекс для очистки, картирования и исследования загрязнений нефти и нефтепродуктами донных отложений водных объектов. Для этого необходимо определиться с составляющими модулями мобильного комплекса «Аэрощуп». Мобильный комплекс «Аэрощуп» состоит из двух модулей: основной модуль и исполнительный модуль. Каждый модуль состоит из блоков. Так, основного модуль состоит из трех блоков: блок генерации энергии, блок управления и устройство ввода и вывода информации. Исполнительный модуль включает в себя погружной блок, энергомагистраль и быстро-разъемные соединения . Классификация модулей мобильного комплекса «Аэрощуп» представлена на рисунке 12

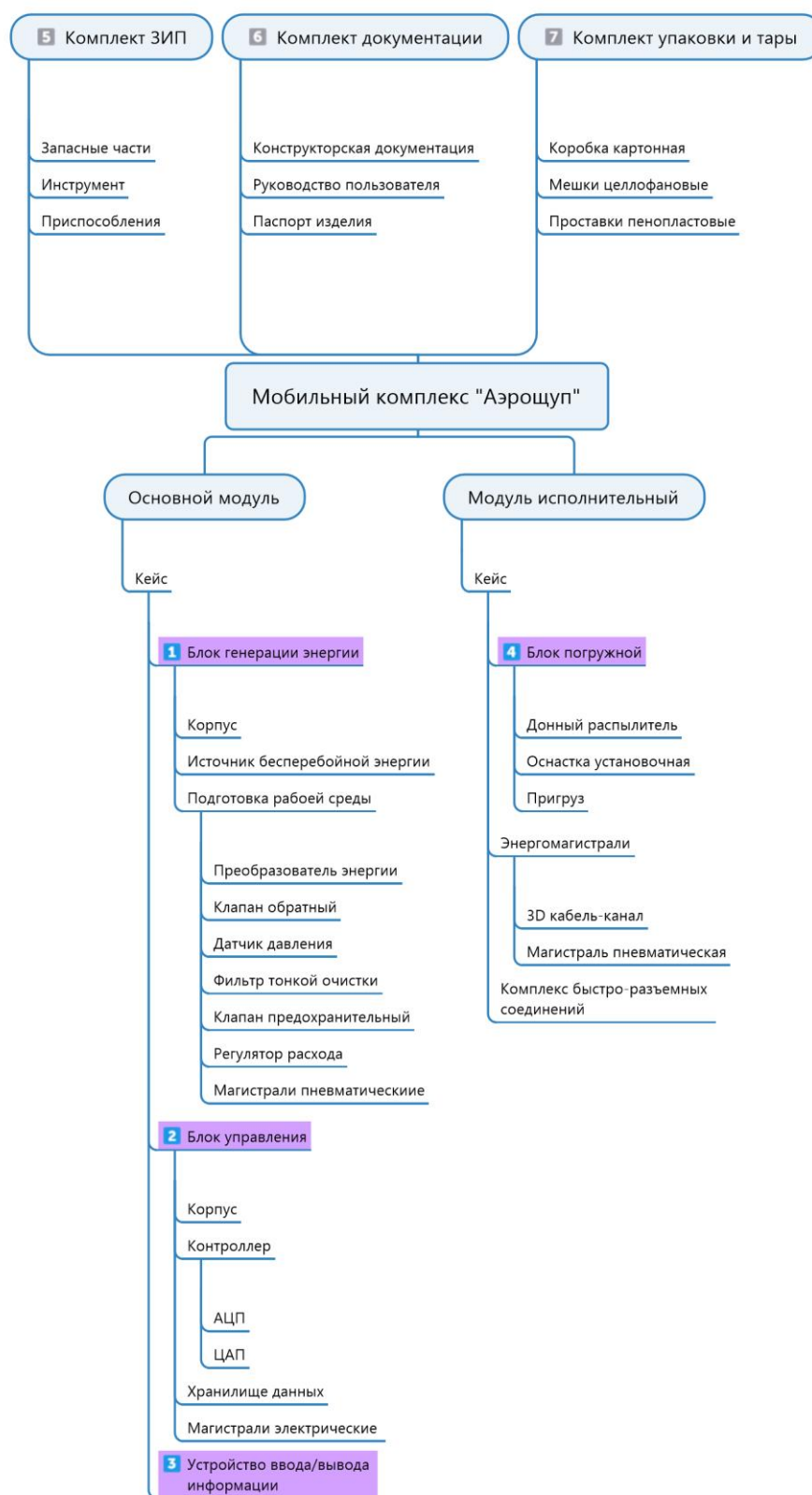


Рисунок 12 – Состав комплекса

2.2 Компонувочное решение

Затем, необходимо определиться с компоновкой комплекса. Корпус комплекса представляет собой кейс, который можно переносить с собой. Соответственно, габаритные размеры кейса ограничены. Тогда необходимо логично, удобно и органично расположить все модули комплекса относительно друг друга и продумать проводку и расположения пневматических труб. Компонувочное решение представлено на рисунке 13

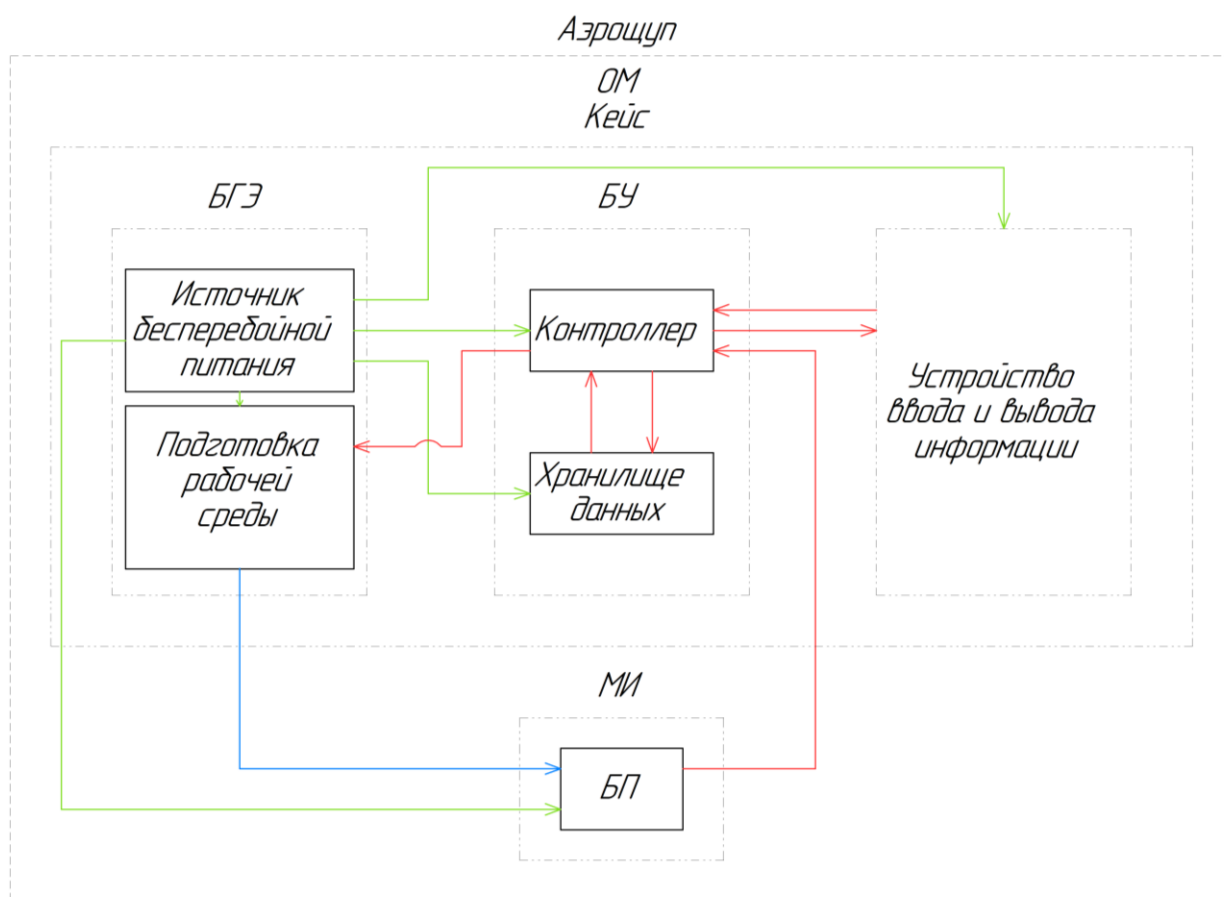


Рисунок 13 Компонувочное решение

ОМ – основной модуль;

БГЭ – блок генерации энергии;

БУ – блок управления;

МИ – модуль исполнительный;

БП – Блок погружной

2.3 Пневматическая схема

Блок подготовки рабочей среды расположен в кейсе и является одним из основных блоков. Данный блок полностью состоит из пневматической системы. В категорию пневматического компрессорного оборудования входит широкий диапазон техники, служащей элементами пневмосистем различного типа:

1. Пневмоинструмент;
2. Пневмоклапаны;
3. Пневматические цилиндры;
4. Пневмотрубки;
5. Пневмораспределители.

В группу пневматического оборудования включены также фитинга и прочие компоненты.

Пневмооборудование получило широкое применение в различных отраслях строительства, дорожных работ машиностроительной и нефтегазовой индустрии, нефтехимии и пр. Также данную категорию технических устройств применяют мастерские сервисные компании. Пневматика применяется в промышленности для выполнения манипуляций по фиксации, упаковке, транспортировке компонентов устройств, кантованию. Пневмоинструмент как вид пневматического оборудования востребован в различных областях производственной деятельности: распылители, пескоструйные агрегаты. шлифмашины. Специальные помещения комплектуются централизованной пневмомагистралью, к которой подсоединяется инструмент

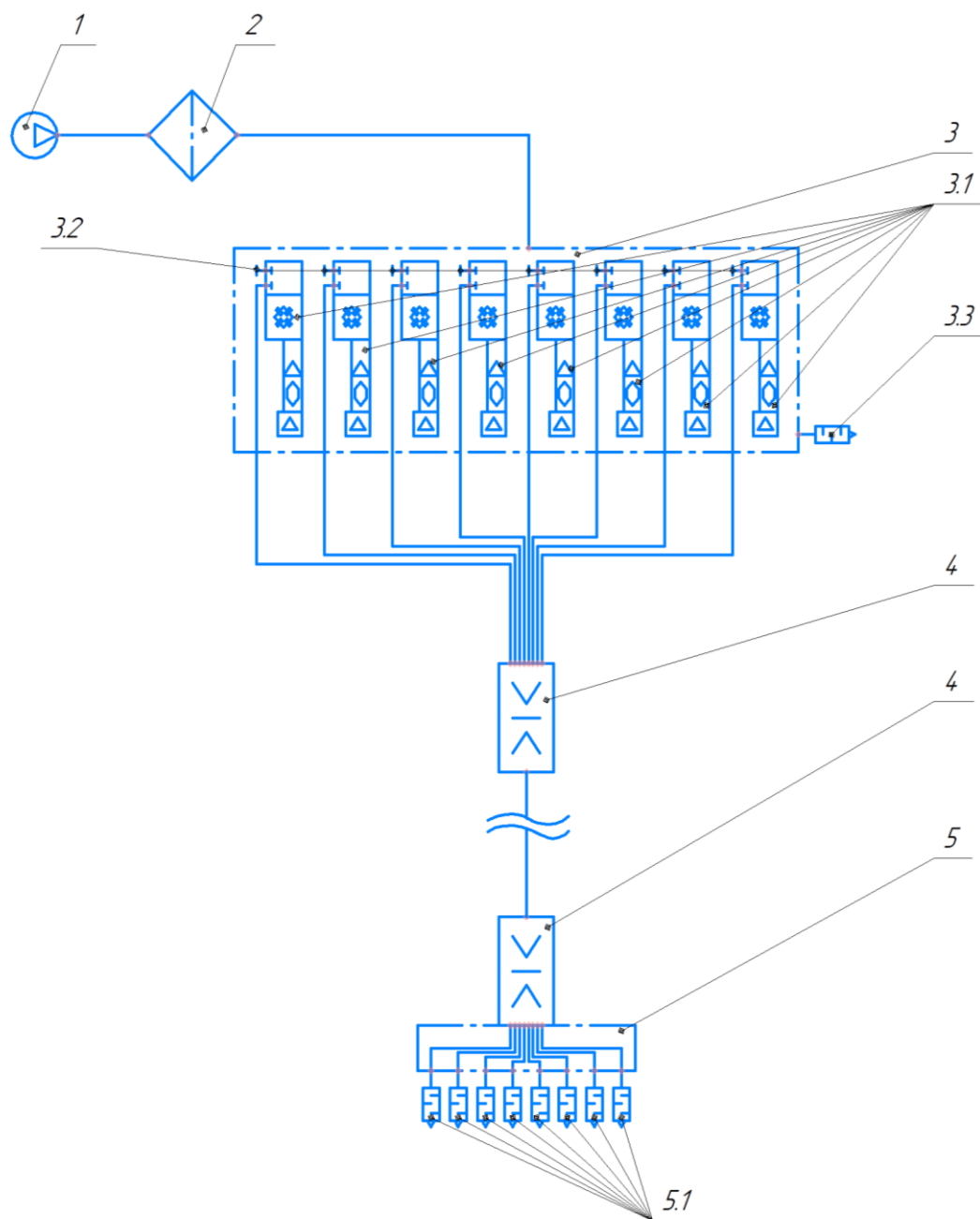


Рисунок 14 - Пневматическая схема: 1 – компрессор; 2 – фильтр тонкой очистки; 3 – монтажная плита; 3.1 – распределители; 3.2 – заглушки; 3.3 – пневмоглушитель; 4 – быстро-разъемные соединения; 5 – профиль; 5.1 пневмоглушители

2.4 Принципиальная схема

Принципиальная схема — это схема, в которой каждая деталь отображается условно-графическим обозначением (УГО). Принципиальные схемы позволяют понять как работает устройство, как его детали соединены друг с другом. Принципиальные схемы выполняют две основные функции:

1. Показывают, как воспроизвести схему. Читая символы и следуя их взаимным соединениям, по принципиальной схеме можно воссоздать целое устройство.
2. Дают общую информацию о принципах функционирования и составе схемы, что, безусловно, помогает понять принципы работы устройства.

Принципиальная схема не показывает взаимного (физического) расположения элементов, а лишь указывает на то, какие выводы реальных элементов с какими соединяются. В ГОСТ 2.701-2008 принципиальная схема определяется как «схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и, как правило, дающая детальное представление о принципах работы изделия».

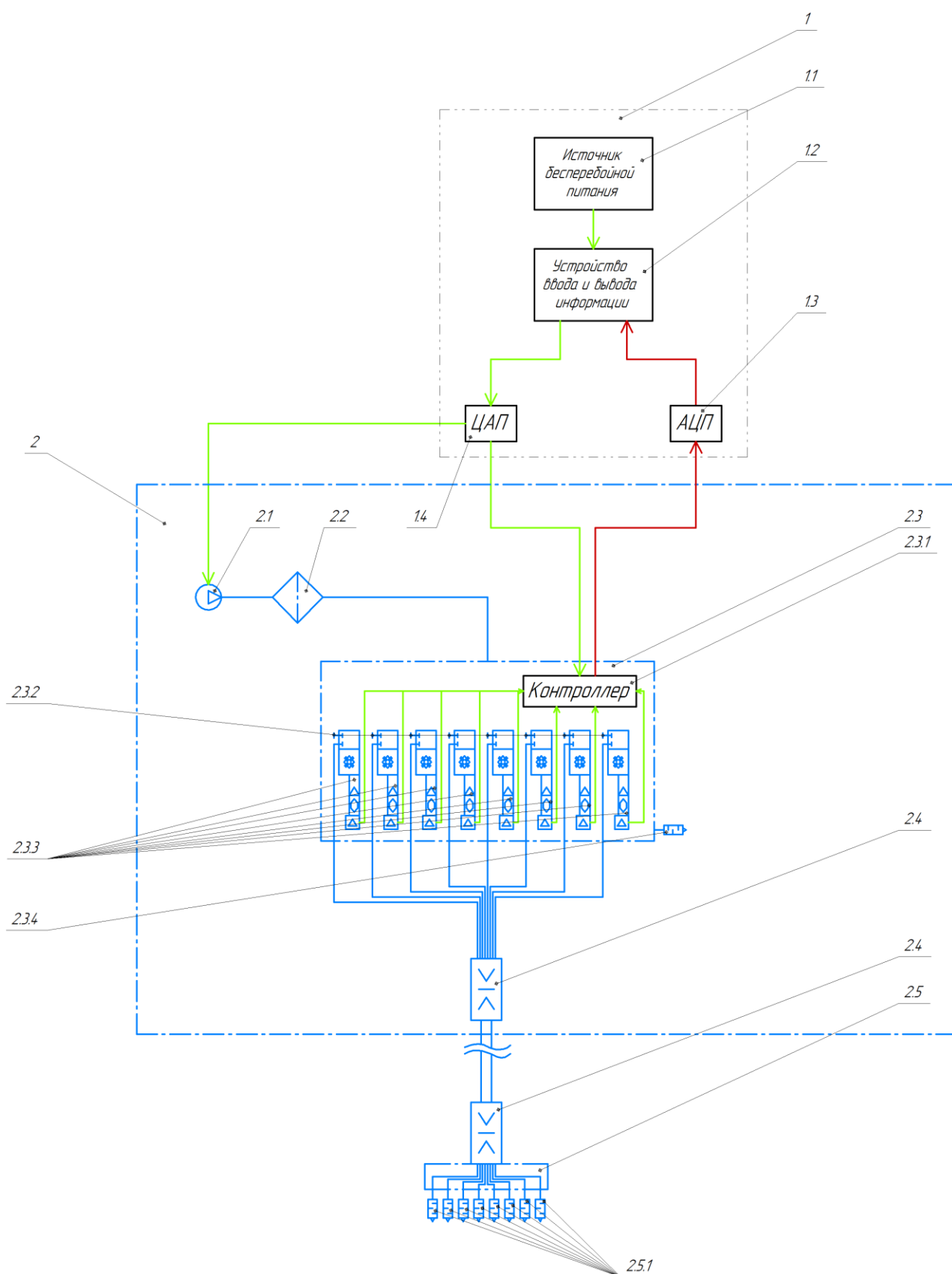


Рисунок 15 – Принципиальная схема: 1 – блок генерации энергии и блок управления; 1.1 – источник бесперебойного питания; 1.2 устройство ввода и вывода информации; 1.3 - АЦП; 1.4 – ЦАП; 2 – блок подготовки рабочей

среды; 2.1 – компрессор; 2.2 – фильтр тонкой очистки; 2.3 – Motion Terminal; 2.3.1 – контроллер; 2.3.2 – заглушка; 2.3.3 – распределители; 2.3.4 – пневмоглушитель; 2.4 – быстро-разъемные соединения; 2.5 – профиль; 2.5.1 – пневмоглушители

В модуль генерации энергии 1 входит источник бесперебойного питания (аккумуляторная батарея и стабилизатор), аккумуляторная батарея подключена к стабилизатору, который в свою очередь стабилизирует напряжение аккумуляторной батареи в 24 Вт. От стабилизатора идет подключение к компрессору 2.1 и к контроллеру Motion Terminal 2.3.1. Пневматическая труба подключена к компрессору 2.1, затем трубка проходит через фильтр тонкой очистки 2.2. После фильтра тонкой очистки пневматическая труба подключается к Motion Terminal 2.3, где распределяется по восьми распределителям 2.3.3, которые в свою очередь могут являться как распределителями, так и регуляторами и датчиками давления. Восемь пневматических трубок подключены к распределителям 2.3.3 через цанговые штуцеры и уходят к штекеру (быстро-разъемные соединения 2.4). После этого, одна пневматическая труба спускается на дно, где снова подключается к штекеру (быстро-разъемное соединение 2.4). Штекер (быстро-разъемное соединение 2.4) находится в профиле 2.5, отсюда восемь пневматических трубок снова подключены к цанговым штуцерам и уходят в пневмоглушитель 2.5.1 (аэратору). Остаточный воздух сбрасывается через пневмоглушитель 2.3.4. Контроллер 2.3.1 установлен в Motion Terminal 2.3, откуда напрямую подключен к каждому распределителю 2.3.3 и позволяет автоматически регулировать давление.

2.5 Подбор оборудования

2.5.1 Аккумуляторная батарея

Аккумуляторные батареи – химические источники постоянного тока, способные накапливать и восстанавливать электрический заряд. Основным назначением является обеспечение электропитанием устройств самого различного типа. От элементов питания питаются все современные телефоны, наручные и настольные часы, пульты управления и прочие приборы и девайсы. Сборки из нескольких таких аккумуляторных батарей принято применять в промышленных и бытовых гелиосистемах. Подобные сборки выполняют функцию временных накопителей энергии [8].

Принцип работы аккумуляторной батареи основан на преобразовании химической энергии в электрическую за счет того, что протекают окислительно-восстановительные реакции внутри корпуса аккумуляторной батареи. Во время окислительно-восстановительной реакции происходит выделение ионов вместе с свободными электронами. Подобное направленное перемещение образует электрический ток. Во время окислительно-восстановительной реакции за окисление отвечает анод, а за восстановление – катод. Также, там присутствует электролит, он нужен для того, чтобы разделять активные элементы на анионы и катионы. Сами электроды размещены на определенное расстояние и соединены друг с другом солевым мостиком. Анионы и катионы, двигаясь по мостику, образуют токопроводящую среду [8].

Область применения аккумуляторной батареи очень обширна. Все зависит от типа аккумуляторной батареи, ее емкость, размера. Чаще всего аккумуляторные батареи используются в устройствах и приборах с высоким электропотреблением. Из подобных элементов формируют последовательные цепочки с любым заданным напряжением, что позволяет существенно расширить область применения. Устройства, в которых чаще всего можно обнаружить аккумуляторные батареи: малогабаритные радиоприемники,

часы, измерительные приборы, стационарные и переносимые девайсы, пульты управления и другое.

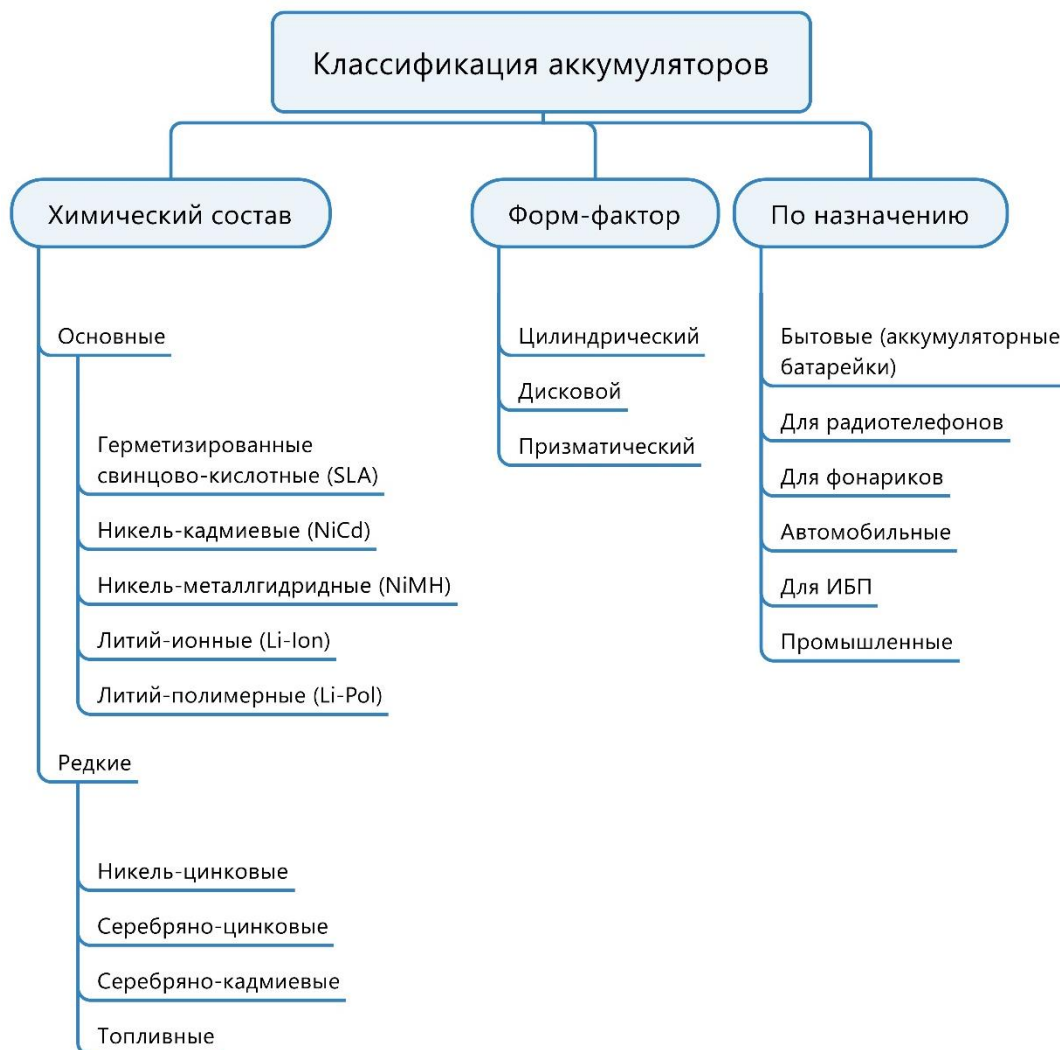


Рисунок 16 – Классификация аккумуляторов

К основным характеристикам аккумуляторных батарей относят: рабочее напряжение, емкость, предельное количество циклов заряда и разряда и плотность заряда. У современных аккумуляторных батарей количество циклов заряда и разряда достигает порядка 10.000 раз. Показатель плотности заряда показывает соотношение количества накопленной энергии к полному объему или весу аккумуляторного элемента.

2.5.2.1 Выбор аккумуляторной батареи

При выборе аккумуляторной батареи, нужно учитывать такие характеристики, как напряжение на выходе $U_{\text{вых}}$, В; мощность на выходе $P_{\text{вых}}$, Вт; время автономной работы $T_{\text{авт.раб.}}$, ч.

$$U_{\text{вых}} = 24 \text{ В};$$

$$P_{\text{вых}} = 100 \text{ Вт};$$

$$T_{\text{авт.раб.}} = 8 \text{ ч.}$$

Найдем требуемый номинальный выходной ток нагрузки

$$I_{\text{треб}} = \frac{P_{\text{вых}}}{U_{\text{вых}}} = \frac{100}{24} = 4,2 \text{ А}$$

Учитывая необходимое номинальное напряжение и ток, выберем свинцово-кислотной аккумулятор Delta GEL 12-26

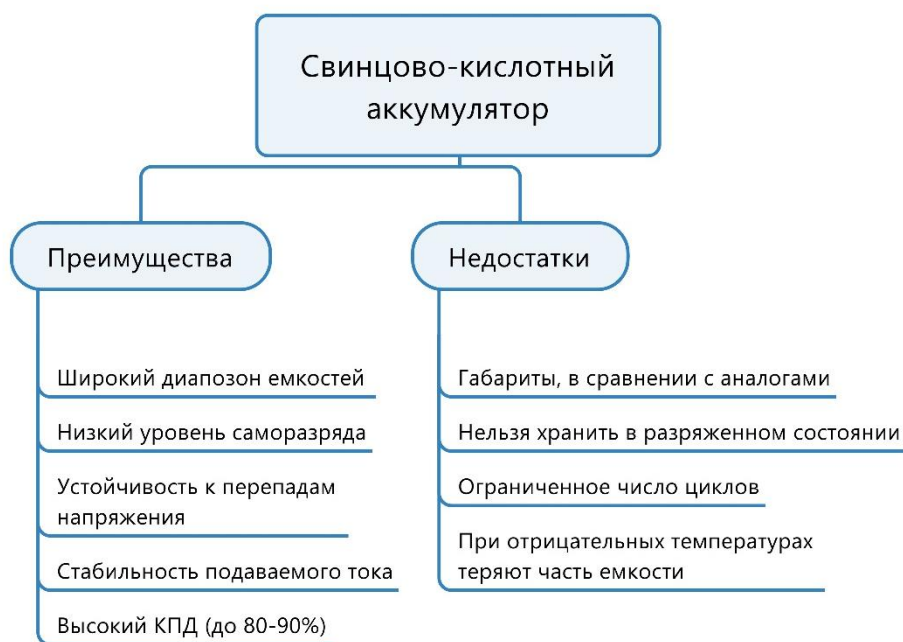


Рисунок 17 – Преимущества и недостатки свинцово-кислотных аккумуляторов

Свинцово-кислотный аккумулятор Delta GEL 12-26 напряжением 12В и емкостью 26Ач изготовлен по технологии AGM+GEL: combined AGM and

GEL technology (частичное сгущение электролита). Устойчив к глубоким разрядам. Корпус изготовлен из негорючего ABS пластика. Срок службы аккумулятора достигает 10-12 лет. Аккумулятор предназначен для работы в режиме постоянного подзаряда (буферный режим) или в режиме разряд-заряд (циклический режим). Обладает низким внутренним сопротивлением и саморазрядом



Рисунок 18 - Delta GEL 12-26

Таблица 2 – Технические характеристики Delta GEL 12-26

Напряжение U, В	12
Емкость C, А · ч	26
Длина, мм	174
Ширина, мм	166
Высота, мм	125
Вес, кг	8,05
Сила тока разряда $I_{\text{разр}}$, А	2,23
Емкость аккумулятора $C_{\text{акб}}$, А · ч	26

Учитывая техническое задание, необходимое напряжение $U = 24 \text{ В}$.
 Таким образом, по данной характеристики выберем стабилизатор напряжения
 MeanWell DDR-120A-24, для которого $I_{\text{вх.треб}} = 11.2 \text{ А}$



Рисунок 19 - MeanWell DDR-120A-24

Таблица 3 – Технические характеристики MeanWell DDR-120A-24

Напряжение $U_{\text{вых}}$, В	24
Номинальный ток, $I_{\text{вых.ном}}$, А	4,2
Номинальная мощность, $P_{\text{вых.ном}}$, Вт	100,8
Диапазон входных напряжений $U_{\text{вх}}$, В	9...18
КПД η , %	85
Длина, мм	32
Ширина, мм	125,2
Высота, мм	102
Вес, кг	15,3

Ток одного аккумулятора рассчитывается по формуле

$$N_{\text{акб.}} = \frac{I_{\text{вх.треб}}}{I_{\text{разр}}}$$

Рассчитаем ток одного аккумулятора

$$N_{\text{акб.}} = \frac{11,2}{2,23} = 4,7 \approx 5$$

Определим суммарную емкость аккумулятора $C_{\text{акб.сумм}}$

$$C_{\text{акб.сумм}} = N_{\text{акб}} \cdot C_{1\text{акб}}$$

$$C_{\text{акб.сумм}} = 26 \cdot 5 = 130 \text{ А} \cdot \text{ч}$$

Определим фактическую суммарную силу тока аккумулятора $I_{\text{факт.акб}}$

$$I_{\text{факт.акб}} = I_{1\text{акб}} * N_{\text{акб}}$$

$$I_{\text{факт.акб}} = 5 * 2,23 = 11,15 \text{ А}$$

Фактическое время работы рассчитывается по формуле

$$T_{\text{факт}} = \frac{C_{\text{акб.сумм}}}{I_{\text{вх.треб}}}$$

Рассчитываем фактическое время работы

$$T_{\text{факт}} = \frac{130}{11,2} = 11,5 \text{ ч}$$

$$T_{\text{факт}} \geq 8 \Rightarrow 11,5 \geq 8 \Rightarrow \text{удовлетворяет заданному времени}$$

Определим потери мощности $P_{\text{пот}}$ при нагрузке 85% согласно технической документации

$$P_{\text{пот}} = \frac{P_{\text{ввых}}}{\eta} * 85\%$$

$$P_{\text{пот}} = \frac{100,8}{0,885} * 0,85 = 96,8 \text{ Вт}$$

Определим потери мощности $P_{\text{пот}}$ при нагрузке 100% согласно технической документации

$$P_{\text{пот}} = \frac{P_{\text{вых}}}{\eta} * 100\%$$

$$P_{\text{пот}} = \frac{100,8}{0,885} * 1 = 113,8 \text{ Вт}$$

Согласно технической документации, требуемый ток заряда

$$AKB = 0.2 C_{\text{акб.макс}}$$

$$AKB = 0.2 * 26 = 5,2 \text{ А}$$

Определим номинальный ток заряда

$$I_{\text{акб.зар}} = 2,4 \text{ А}$$

Суммарный ток заряда рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{зар.сумм}} = N_{\text{АКБ}} * I_{\text{АКБ.зар}}$$

$$I_{\text{зар.сумм}} = 2,4 * 5 = 12 \text{ А}$$

Учитывая расчеты, выберем зарядное устройство Вымпел-32. Данное зарядное устройство подходит для аккумулятора Delta GEL 12-26



Рисунок 20 - Вымпел-32

Таблица 4 – Технические характеристики Вымпел-32

Напряжение на выходе $U_{\text{вых}}$, В	12
Входное напряжение $U_{\text{вх}}$, В	220
Максимальные зарядный ток I_{max} , А	20
Длина, мм	155
Ширина, мм	85
Высота, мм	200
Масса, кг	1

2.5.2 Компрессор

Компрессор – это энергетический аппарат, предназначенный для сжатия и подачи промышленных газов [9].

На сегодняшний день существует два основных принципа действия компрессоров, по которым их классифицируют. Это – компрессоры объемного и динамического действия. Также, существует большое разнообразие моделей, вариантов их исполнения, применения, использования разных видов промышленных газов. Стремясь удовлетворить потребности конечных потребителей, производители регулярно пополняют и выпускают новые серии оборудования, повышают их производительность, улучшают конструктивные особенности [9].

В компрессорах объемного типа нагнетание происходит за счет последовательного наполнения рабочей камеры газом, и дальнейшего его сжатия за счет принудительного уменьшения объема рабочей камеры. Чтобы среда не выходила обратно, в компрессоре предусмотрена система регулирующих клапанов, поочередно открывающихся в процессе заполнения и освобождения камеры.

В динамических компрессорах повышение давления газа происходит за счет ускорения его движения. В результате кинетическая энергия частиц газа превращается в энергию давления

Сфера применения компрессорного оборудования охватывает практически все виды деятельности: энергетику, машиностроение, добычу полезных ископаемых, сельское хозяйство, сферу услуг, пищевую отрасль и т.д. Производство постоянно усложняется, увеличиваются его темпы, соответственно, возникает необходимость в замене старого оборудования и применении новых энергоэффективных агрегатов [9].



Рисунок 21 – Классификация компрессоров

При выборе компрессора, наибольшее влияние на применяемость оказывают следующие характеристики: рабочее давление, производительность, мощность. Также, для мобильности комплекса нужно учитывать габариты. При выборе компрессора, нужно в том числе и выбирать

по шумности компрессора. Таким образом, самым подходящим компрессором является мембранный (диафрагменный) компрессор.

Конструкция мембранного (диафрагменного) компрессора включает в себя специальную эластичную мембрану. Мембранная служит в качестве поршня. Мембрана, изгибаясь в разные стороны позволяет увеличить и уменьшить объем рабочей камеры, в которой происходит сжатие воздуха. Сама рабочая среда контактирует только с камерой и мембраной при сжатии, соответственно на выходе сжатый воздух не содержит ни каких масел и влаги.



Рисунок 22 – Преимущества и недостатки мембранного компрессора

2.5.2.1 Выбор компрессора

Конструкция подразумевает аэрацию на глубине до 10 метров. Для обеспечения подобной работы на глубине, нужно учитывать давление на данной глубине.

Давление на глубине определяется по формуле

$$P = \rho gh$$

P – давление на глубине h , кПа;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

ρ – плотность жидкости, кг/м³;

h – глубина погружения, м

Рассчитаем давление на глубине 10 метров

$$P = 997 \cdot 9,8 \cdot 10 = 97,7 \text{ кПа}$$

Полученное значение давления воды на 10 метрах равно 97,7 кПа, что примерно равно атмосферному давлению 101 кПа. Поэтому в приблизительных расчетах принимают давление в воде на глубине 10 метров равным 1 атмосфере (бар)

При выборе мембранного компрессора, нужно учитывать такие характеристики, как давление на глубине P бар, производительность V м³/ч, мощность аккумуляторной батареи на выходе $P_{\text{вых}}$, Вт. Для того, чтобы подобрать нужный мембранный компрессор, учитываем расчетные данные на давление, требуемую производительность по техническому заданию, расчетную мощность аккумуляторной батареи. По данным требованиям подходит мембранный компрессор BOYU DC ACQ-906



Рисунок 23 - BOYU DC ACQ-906

Таблица 5 – Технические характеристики BOYU DC ACQ-906

Напряжение U , В	12
Мощность $P_{\text{вых}}$, Вт	60
Максимальное давление P , бар	1,2
Производительность V , м ³ /ч	7,2
Длина, мм	233
Ширина, мм	110
Высота, мм	133
Масса, кг	4

2.5.3 Устройство оператора

Устройство оператора — это защищенные мобильные устройства, которые работают стабильно и бесперебойно 24/7 в любое время года.

Девайсы работают под управлением операционных систем Windows, Android, Astra Linux, что позволяет выбрать устройство оператора под конкретную задачу пользователя.

Устройства производятся из надежных промышленных компонентов. Ударопрочная архитектура защищает внутренние элементы устройств от повреждений и отрывов при падении. Планшеты не боятся дождя, падений в воду и грязь, работают при температурах от -20°C до +60°C и выдерживают резкие перепады температур (с холода в тепло и обратно) до 100°C без образования конденсата внутри.

Устройство оператора оснащаются съемными морозостойкими аккумуляторами, что позволяет работать непрерывно. Это надежные и безопасные девайсы, рассчитанные на 5-7 лет эксплуатации. Устройства подойдут для автоматизации полевого персонала в государственных службах, медицинских и силовых структурах, а также в машиностроении, энергетике, нефтегазовой отрасли и промышленности и др.

Оптимальным размером экрана для планшета считается диагональ 8-10 дюймов. Это относится и к ударопрочным планшетам. Однако для работы с большим объемом информации в неблагоприятных условиях или применения в работе графических приложений лучше выбрать планшетный ПК с достаточно большой диагональю экрана. Для защищенных планшетов это дисплей порядка 11-12 дюймов.

Периферийные устройства, которые планируется использовать в работе определяют необходимый набор портов и разъемов. В защищенных устройствах наиболее востребованы Mini USB, Micro USB, RS232, RJ45, RS485, HDMI, аудио и др.

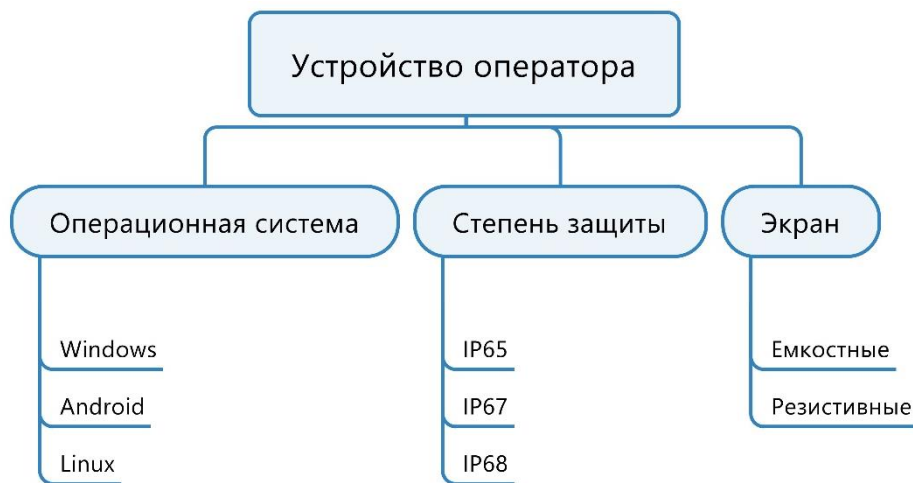


Рисунок 24 – Классификация устройств оператора

К основным характеристикам устройств оператора является: операционная система, степень защиты, процессор, ОЗУ. Также, учитываются габариты, а именно: размеры экрана и масса. Стоит учитывать порты, которые используются для подключения (Ethernet, Mini USB, Micro SD и пр.), беспроводные интерфейсы (Wi-Fi, Bluetooth, 3G, 4G и пр.) и сенсорный дисплей (обычный и с повышенной чувствительностью).

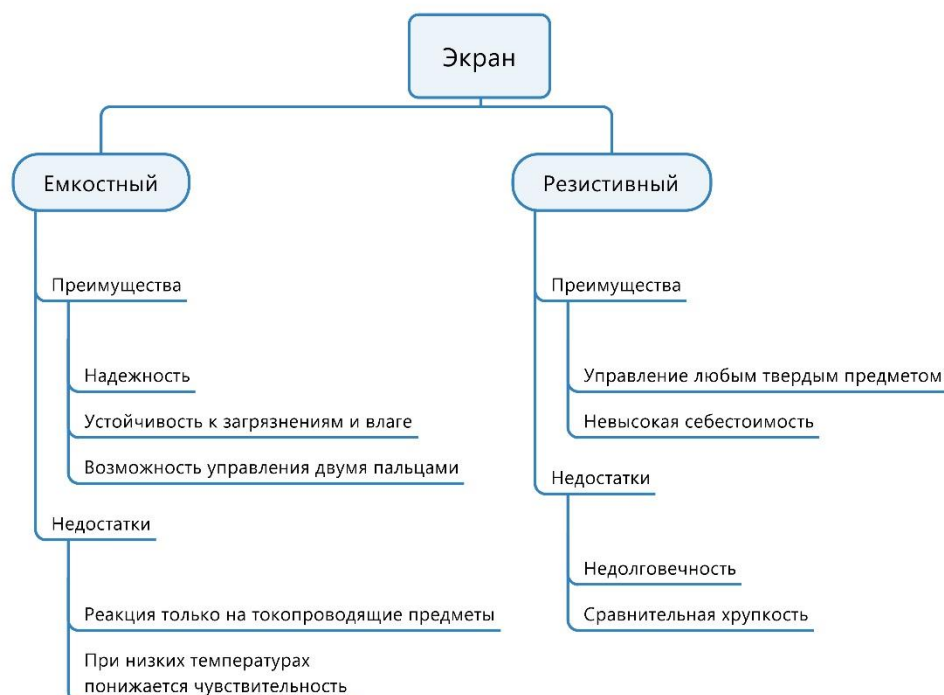


Рисунок 25 – Классификация экранов устройств оператора

2.5.3.1 Выбор устройства оператора

Учитывая данные характеристики, подберем устройство оператора для комплекса.



Рисунок 26 – Устройство оператора Festo CDPX-X-A-S-10

Таблица 6 – Технические характеристики Festo CDPX-X-A-S-10

Операционная система	Windows, Android
Класс защиты	IP65
Процессор, ГГц	1,83
ОЗУ, GB	4
Размеры экрана, "	10,4
Батарея	Литий-ионная
Порты	Ethernet, USB 2.0 и 2.1, SD Card
Длина, мм	287
Ширина, мм	232
Высота, мм	56
Масса, кг	2,1

2.5.4 Motion Terminal

Интегрированные датчики перемещения, давления, пьезотехнологии, приложения движения (motion apps) показывают новые перспективы для машиностроительных производств. Слияние электроники, механики и программного обеспечения преобразовало Festo Motion Terminal из пневматического компонента в киберфизическую систему и позволила обеспечить гибкость производства. Изменение пневматических функций и переналадку можно производить с помощью программных приложений, а встроенные интеллектуальные датчики для управления, диагностики и самообучения позволяют исключить ряд дополнительных компонентов [10].

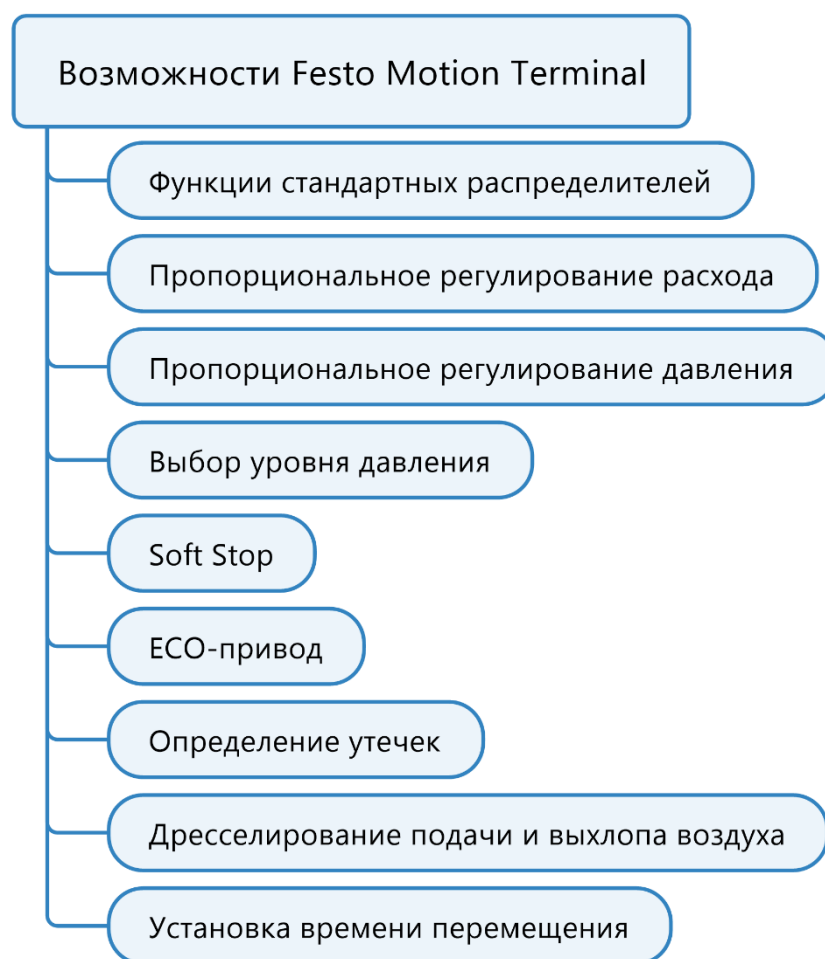


Рисунок 27 – Функции Festo Motion Terminal

Расход воздуха можно адаптировать к нужным требованиям, используя приложения «Выбор уровня давления» и «ЕСО-привод». «Выбор уровня давления» позволяет цифровым способом задавать ограничение давления до необходимого уровня. «ЕСО-привод» сокращает потребление сжатого воздуха до нужного уровня.

Решения на базе VTEM получают более компактными по сравнению с электромеханическими приводами — так, один контроллер может управлять восемью движениями.

При прочих равных решение на базе Festo Motion Terminal предлагает экономичное решение: вместо трех компонентов, состоящих из распределителя, регулятора и датчика давления, требуется только один — распределитель.

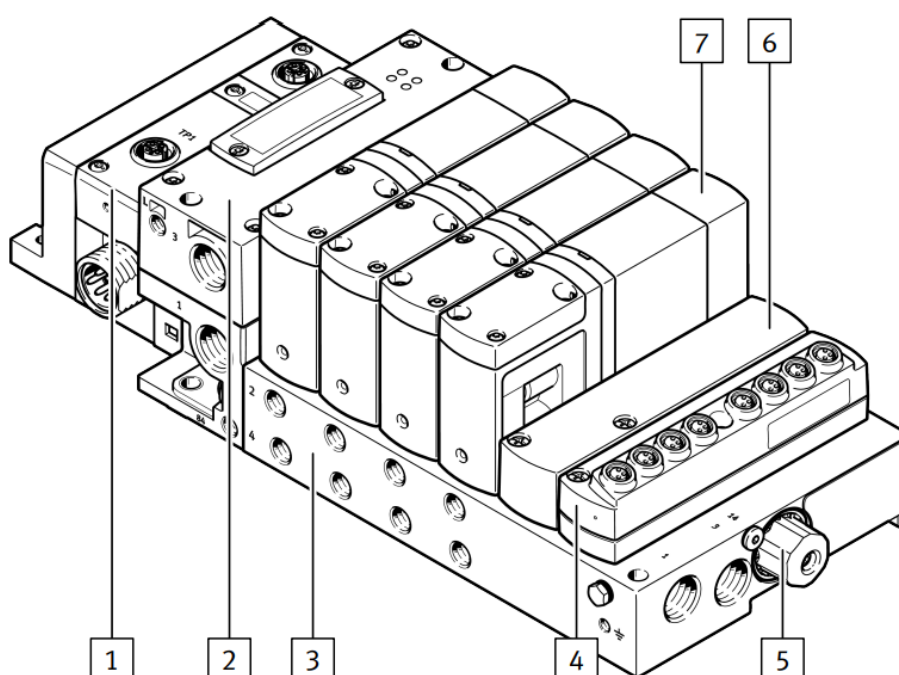


Рисунок 28 – Конструкция Festo Motion Terminal: 1 – электроника электрического терминала CPX; 2 – контроллер Motion Terminal CTMM-S1 C; 3 – монтажная плита; 4 – модуль входов CTMM-S1-A/D; 5 – регулятор пилотного давления; 6 – плита-заглушка VABB-P11-27-T; 7 – позиция распределителя VEVM-S1-27.

1. Терминал CPX посредством внутреннего контроллера (CPX-CEC-...-V3) или шинного узла устанавливает соединение с вышестоящим устройством управления.
2. Контроллер Motion Terminal выполняет функцию интерфейса между электрическим терминалом CPX и элементами Motion Terminal.
3. Монтажная плита имеет выходные каналы для каждого из распределителей, а также каналы подачи сжатого воздуха и общего выхлопа.
4. Модуль входов CTMM-S1-A/D - отдельные приложения Motion имеют функцию анализа цифровых и аналоговых сигналов датчиков. Необходимые для этого датчики подсоединяются при помощи входных модулей CTMM.
5. Регулятор давления поддерживает постоянный уровень давления питания пилотов для распределителей.
6. Свободные позиции распределителей и модулей требуется закрыть плитой-заглушкой.
7. Распределители вместе с контроллером образуют центральный элемент Motion Terminal. Распределитель VEVN-S1- 27-... содержит по 4 соединенных по схеме полного моста 2/2-распределителя с пропорциональным управлением на базе пьезоклапанов. Дополнительно каждый распределитель оснащён. Дополнительно каждый распределитель оснащён датчиками для регистрации и регулирования фактического состояния распределителя.

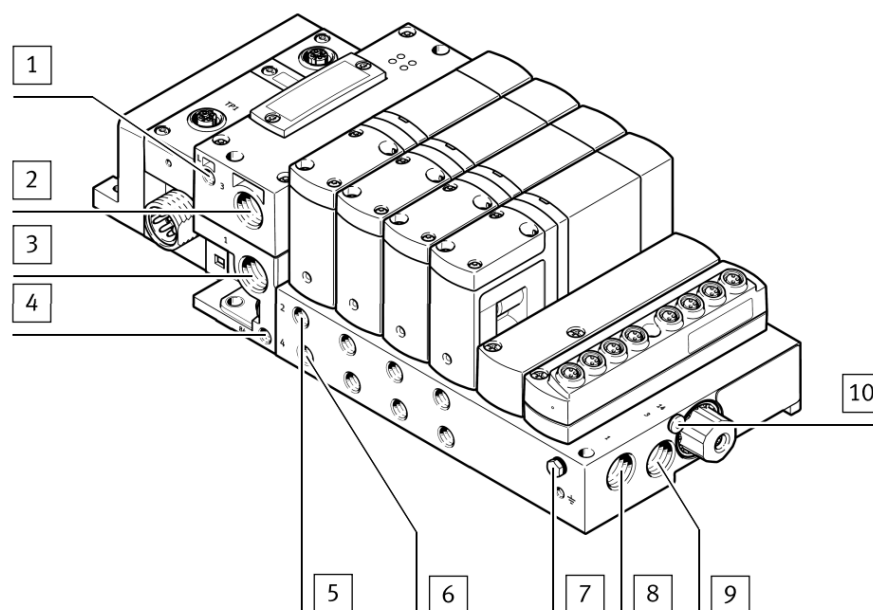


Рисунок 29 – Пневматические каналы: 1 – канал для выравнивая давления; 2 – канал общего выхлопа; 3 – канал для подачи сжатого воздуха; 4 – канал выхлопа пилотов; 5 – каналы рабочего воздуха; 6 – каналы рабочего воздуха; 7 – селектор для внешнего питания пилотов или заглушка для внутреннего питания пилотов; 8 – канал для подачи сжатого воздуха; 9 – канал общего выхлопа; 10 – канал внешнего питания пилотов или ззаглушка для внутреннего питания пилотов.



Рисунок 30 – Festo Motion Terminal

2.5.5 Процесс аэрации

Аэрация – процесс насыщения различной среды кислородом. Для аэрации применяется специальное оборудование – аэраторы [12].

Слово «аэрация» с греческого переводится как «воздух». Аэрирование может проводиться воздухом, кислородом или другими газами.



Рисунок 31 – Виды аэрации

Аэрация почвы – это рыхление земли. Она необходима для доступа кислорода к корням растений и деревьев. Аэрация воздуха, в отличие от вытяжной вентиляции, эффективный и недорогой процесс, однако требует тщательных расчетов для правильной работы, особенно это касается многопролетных помещений. Область применения аэрирования очень обширна. Насыщение кислородом широко используется в медицине, в пищевой промышленности, многие применяют его и в домашних условиях. Аэрация воды необходима для нормальной жизнедеятельности водных обитателей. Она выполняется с помощью компрессора, который подает воздух под давлением в толщу воды.



Рисунок 32 – Виды аэрации воды

2.5.5.1 Аэратор

Это специальное устройство для насыщения воды кислородом, методом постоянного нагнетания мелких пузырьков воздуха. В зависимости от мощности, это оборудование способно перекачивать от 20 до 300 литров воздуха в минуту и более. Работают такие устройства от постоянного источника электропитания 220 вольт, мощность их бывает от 20-150 ватт для устройств подходящих обычному дачнику. Такое оборудование достаточно компактно и при установке сам компрессор остается на берегу, а распылители погружаются под воду. Но надо не забывать, что распылители не должны лежать на дне, это будет приводить к излишнему цветению. Не забываем, что аэрироваться должны только верхние слои водоема.

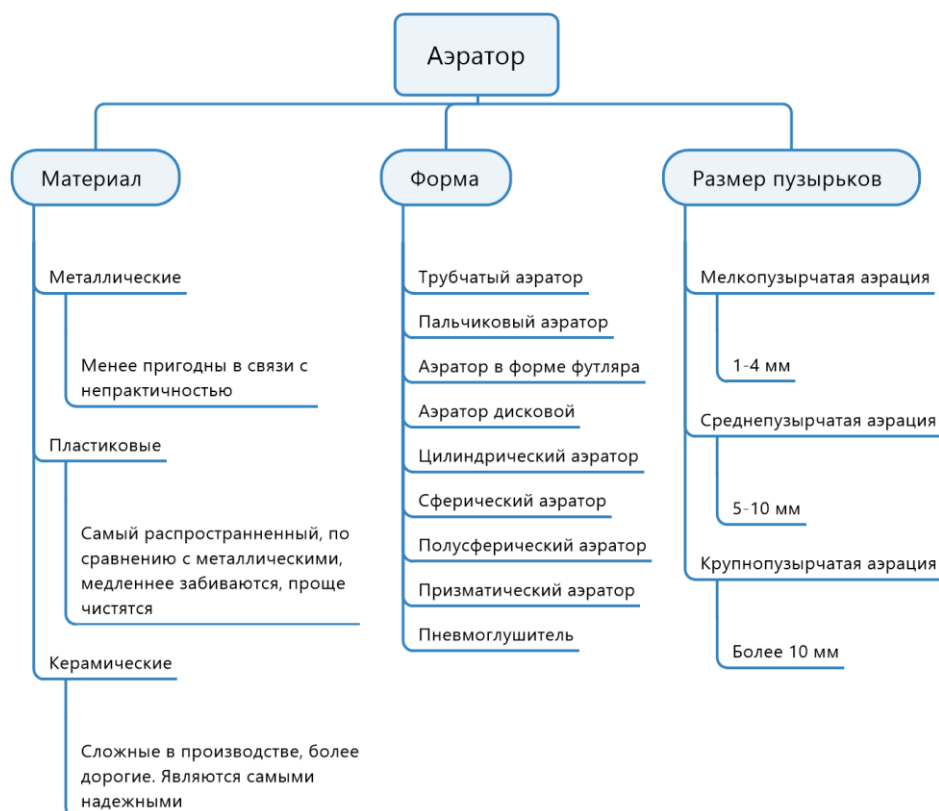


Рисунок 33 – Классификация аэратора

В качестве аэратор примем пневматический глушитель, который используется в пневматике.

2.5.5.2 Пневмоглушитель

Пневмоглушители являются необходимыми элементами для устранения или снижения шума во время выхлопа сжатого воздуха. Они всегда должны устанавливаться на отверстия 3/2, 5/2 или 5/3 распределителей.

Принцип действия пневмоглушителей основан на снижении энергии звуковых колебаний при прохождении отработанного воздуха через пористый звукопоглощающий металлокерамический элемент. Пневмоглушители практически не имеют отказов в работе из-за простоты конструкции, имеют малые габариты и высокую прочность. Фильтроэлементы подлежат полной регенерации, так как выполнены из высокопористого проницаемого металла, имеют длительный срок эксплуатации. Пневмоглушители монтируются в

выхлопных отверстиях пневмораспределителей или выхлопных коллекторов. Пространственное положение пневмоглушителей - любое. Пропускную способность пористого элемента пневмоглушителя следует периодически восстанавливать промывкой или другим методом, так как по мере загрязнения элемента возрастает противодействие и снижаются скоростные характеристики привода. Необходимо оберегать пневмоглушители от ударов во избежание повреждения или разрушения пористого элемента.

Учитывая необходимые характеристики, а именно, производительность, габариты, масса подберем необходимый пневмоглушитель, который будет являться аэратором.



Рисунок 34 – Пневмоглушитель Festo UC 3/8

Таблица 7 – Технические характеристики пневмоглушителя Festo UC 3/8

Пневматическое присоединение	G3/8
Положение монтажа	Любое
Уровень шума, дБ(А)	<60
Расход, в атмосферу, л/мин	5.000
Диаметр, мм	22,1
Длина, мм	69,5
Масса, гр	10,5

2.6 3D моделирование изделия

2.6.1 3D моделирование основного модуля

После подбора необходимых комплектующих, необходимо разработать кейс, который будет являться корпусом для всех модулей. Согласно компоновки, в кейсе должны быть специально отведенные места, для каждого модуля. Кейс должен быть эргономичным. В кейсе должны быть специальные отверстия, для соединений с внешней средой (например, пневмотрубки, слив конденсата и пр.). Все элементы конструкции должны быть прикреплены к корпусу и не иметь никаких перемещений. В рабочем положении кейса должны быть предусмотрены вентиляционные отверстия, связано это возможным нагревом всех конструкций. Также необходимо обеспечить жесткость конструкции.

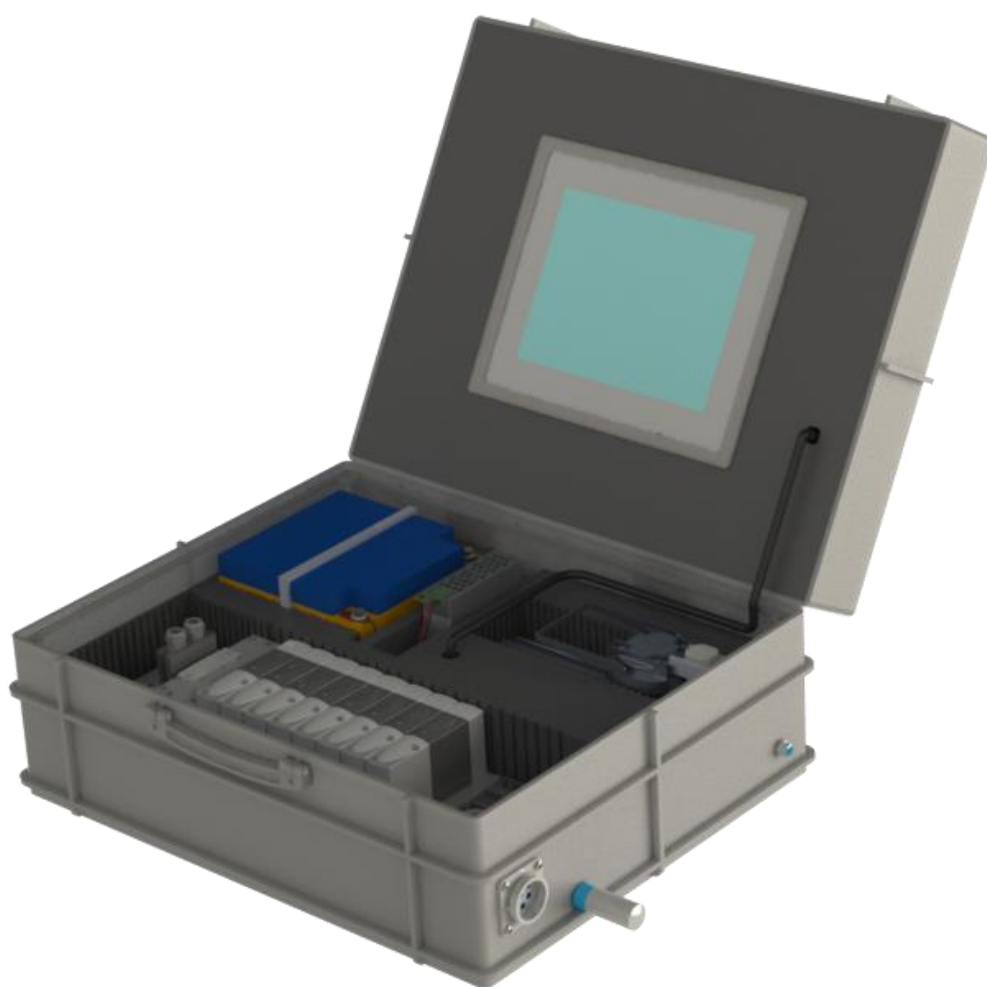


Рисунок 35 – 3D модель кейса

2.6.2 3D моделирование исполнительного модуля

Исполнительный модуль является главной частью комплекса. Исполнительный модуль состоит из погружного блока, энергомагистральной и быстро-разъемных соединений. В погружной блок входит донный распылитель (аэратор), оснастка установочная и пригруз. Помимо этого, исполнительный модуль состоит из 8 профилей, соединенных друг с другом с помощью шпильки. Между профилями находятся заглушки и уплотнительное кольцо, для обеспечения герметичности конструкции. Быстро-разъемные соединения соединяются с кожухом с помощью винтов. При конструировании исполнительного модуля, необходимо обеспечить сборно-разборную конструкцию, жесткость конструкции

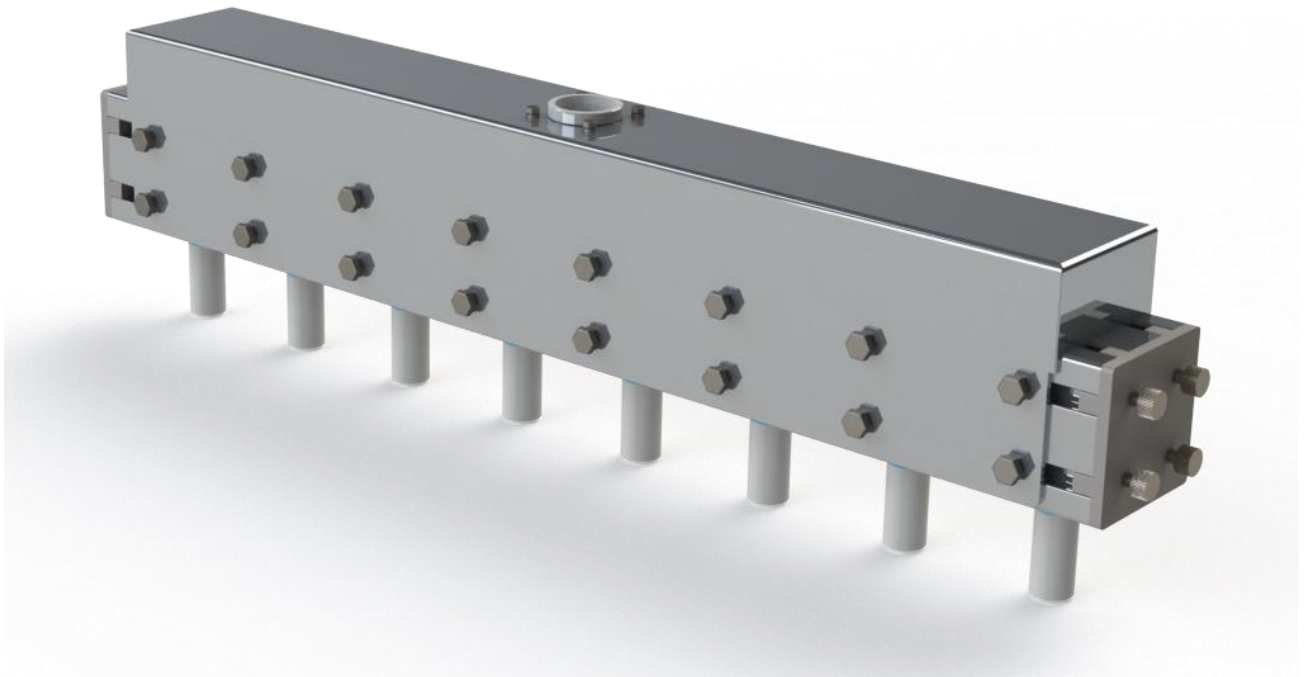


Рисунок 36 – Исполнительный модуль

2.7 Проведение необходимых расчетов

2.7.1 Статический анализ

Для проведения статического анализа (напряжения, перемещения, запас прочности) используем модуль SolidWorks Simulation. Главной задачей является проверка и анализ 3D модели на определенную нагрузку.

Проведем статический анализ кейса на нагрузку в 500 Н. Таким образом, кейс должен выдержать вес, который равен 50 кг, с допустимой нагрузкой, перемещениями и запасом прочности.

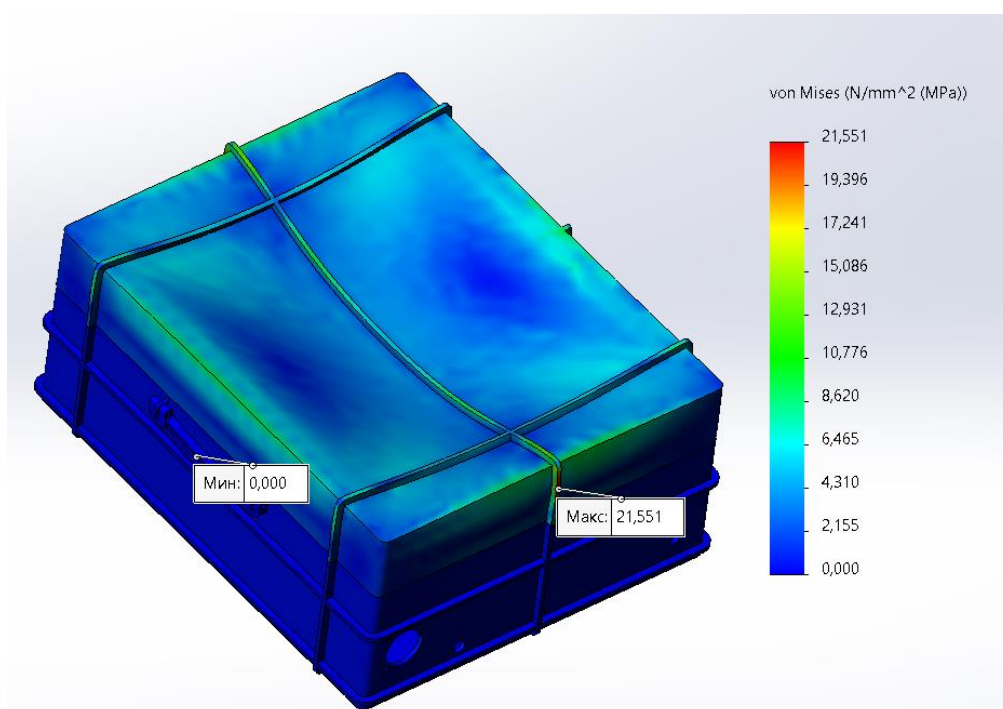


Рисунок 37 – Напряжение

Как видно из рисунка 37, напряжения сконцентрированы в центральной части крышки. Максимальное напряжение $\sigma_{vonMises\ max} = 21,551$ МПа.

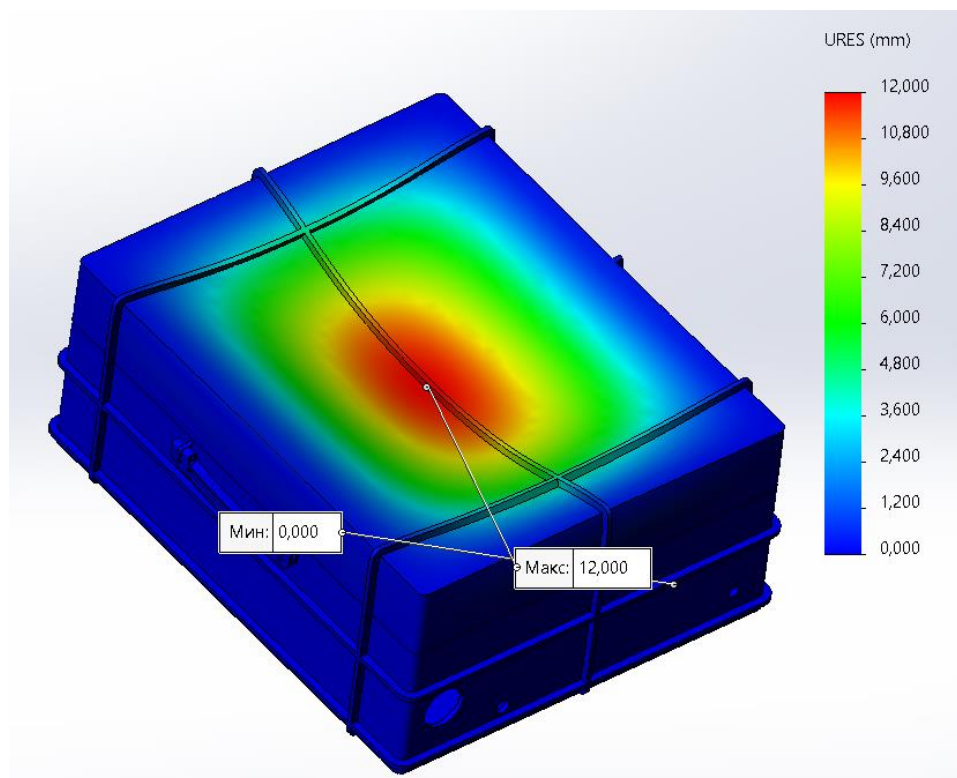


Рисунок 38 – Перемещения

Как видно из рисунка 38, перемещения происходят в центральной части крышки. Максимальные перемещения равны 12 мм.

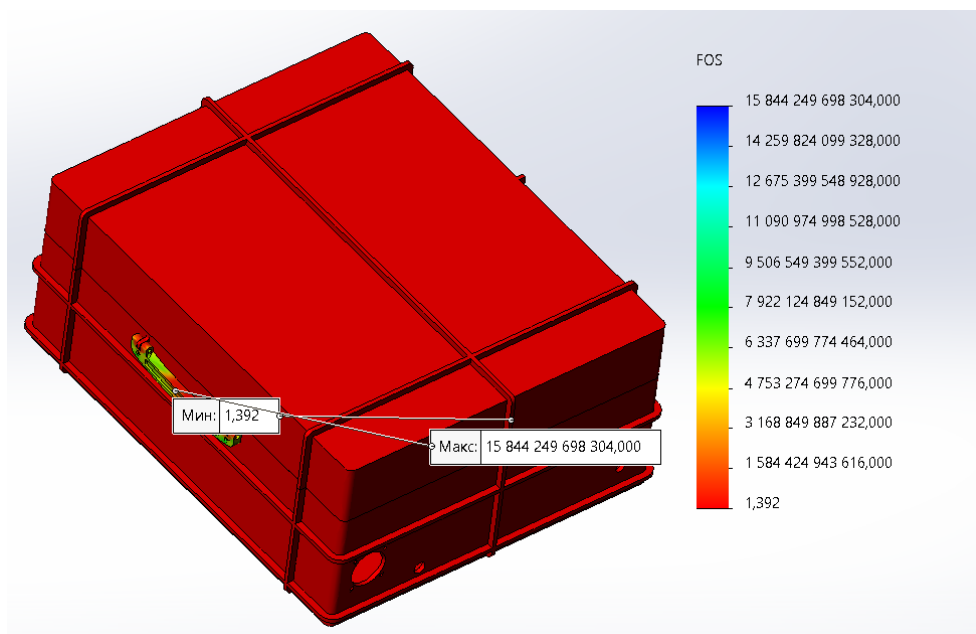


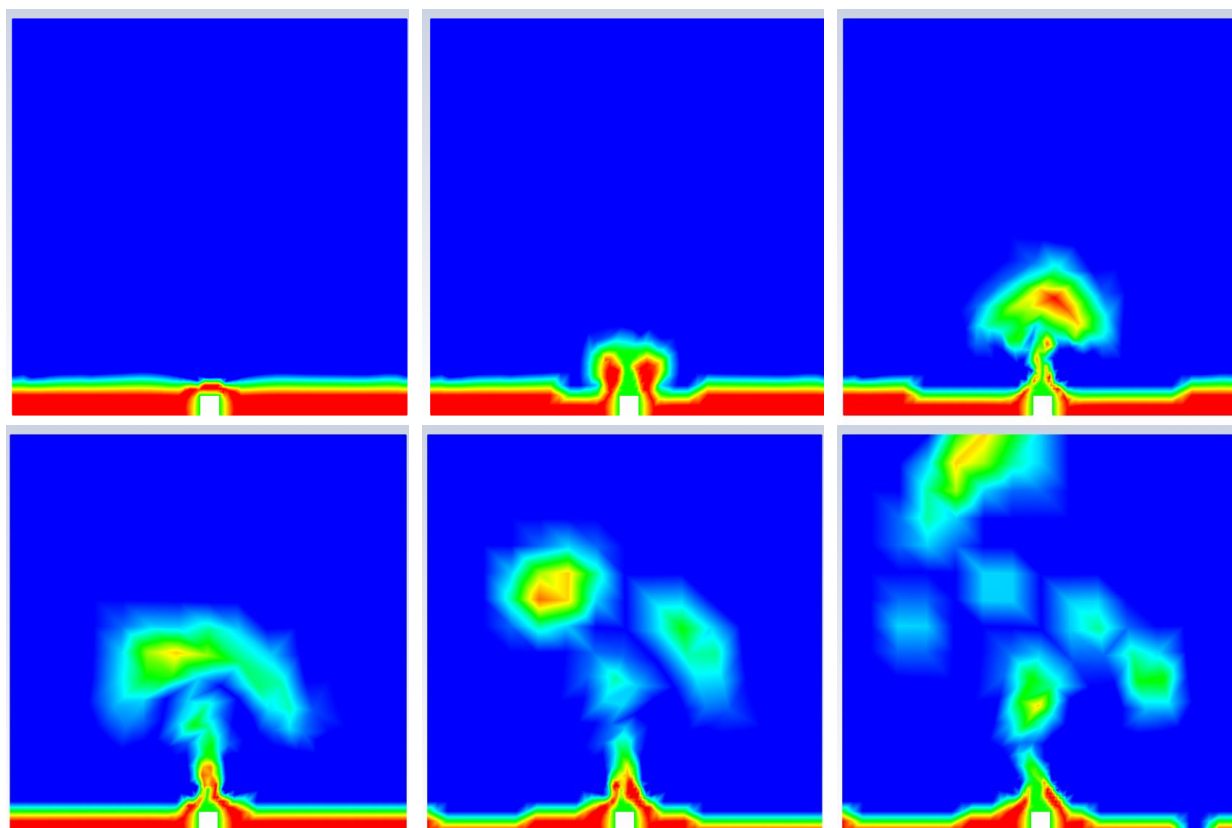
Рисунок 39 – Запас прочности

Как видно из рисунка 39, минимальный коэффициент запаса прочности равен 1,392

2.7.2 Расчет аэратора

При работе аэратора, из пневмоглушителей выходит воздух. Воздух напрямую взаимодействует с нефтью и нефтепродуктами донных отложений. За счет поверхностного натяжения воздуха, воды и нефти, воздушные пузыри, на дне водоема, поглощают нефть и нефтепродукты и всплывают на поверхность воды вместе с нефтью и нефтепродуктами.

Для подобного расчета использовался модуль программы Ansys Fluent. Во время такого расчета, необходимо задать поверхностное натяжение каждой фазы. Во время работы образуется пять различных фаз: вода, воздух, нефть, воздух-нефть и вода-воздух.



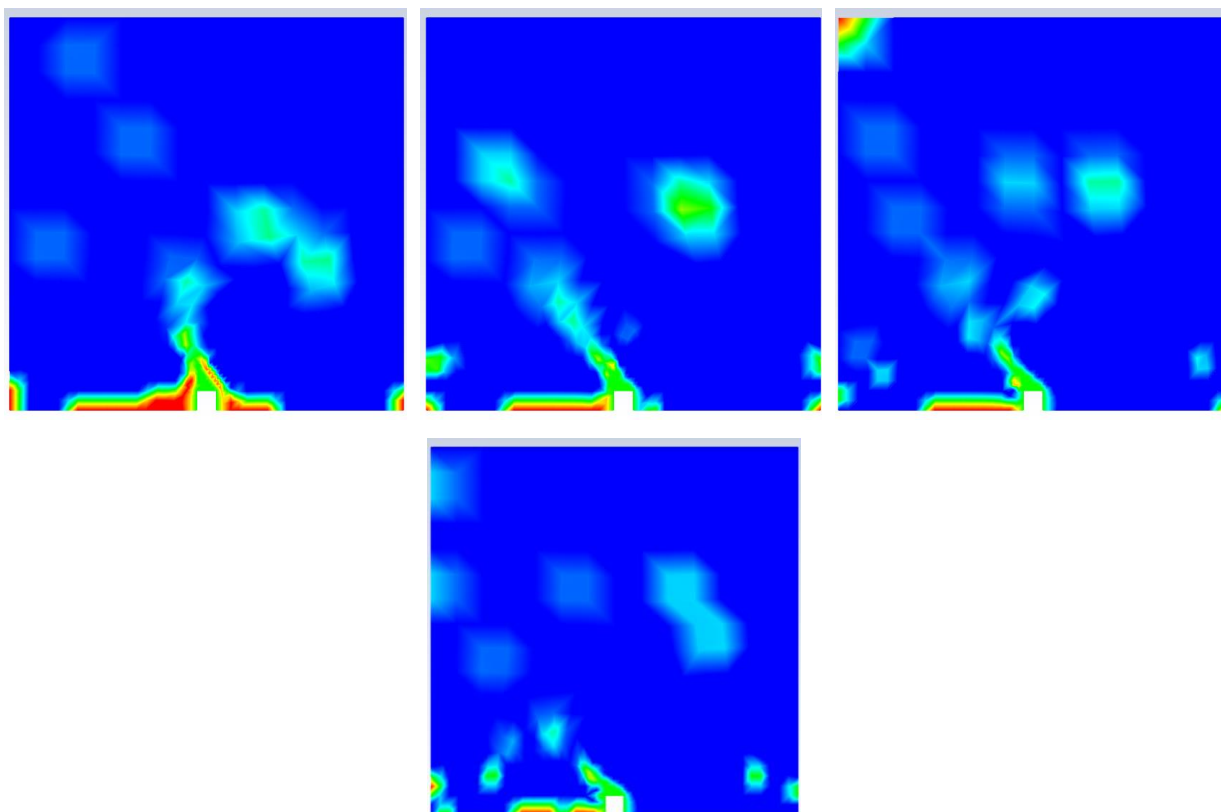


Рисунок 40 – Расчет Ansys Fluent:

1 - синий цвет – вода; 2 - красный цвет - нефть и нефтепродукты;

3 – белый цвет – аэратор

2.8 Заключение

В ходе выполнения проектной части, разработан состав комплекса, компоновочное решение, пневматическая схема и принципиальная схема. Подобрано оборудование для комплекса. Создана 3D модель комплекса: основной модуль и исполнительный модуль. Также, проведены расчеты комплекса, а именно: статический анализ кейса основного модуля и пневматический расчет аэратора.

3. Технологическая часть

3.1 Введение

Российский машиностроительный комплекс объединяет в себе более 70 отраслей, основными среди которых являются приборо – и станкостроение, электротехника и инструментальная промышленность. Разделяясь на общее, тяжелое и среднее, машиностроение распределено по регионам неравномерно [13].

Тяжелое машиностроение сосредоточено в трех районах: Уральском, Центральном и Северо-Западном, но есть крупные предприятия и в Волго-Вятском, Поволжском и Сибирском районах. Географическое распределение обусловлено тем, что этот машиностроительный комплекс России отличается высокой металло – и энергоемкостью, а вот трудоемкость у него относительно низкая. В сферу тяжелого машиностроения входят производства горно-шахтного и металлургического оборудования, заводы, на которых собирают кузнечно–прессовые машины и крупные морские суда.

Европейский регион РФ производит 94, 6% от всего объема машиностроительной продукции, а азиатский – только 5,4%. Металло – и энергоемкость этой группы отраслей средняя, трудоемкость также невысока, так что размещение диктуется главным образом потребительским фактором. Некоторые предприятия территориально привязаны к металлургическим базам [13].

Среди предприятий общего машиностроения наиболее сильно завязано на потребительский фактор сельскохозяйственное машиностроение, поэтому оно распределено по регионам следующим образом: льноуборочные машины производят в Бежецке, картофелеуборочные – в Рязани, Ростов-на-Дону является центром производства зерноуборочных комбайнов наряду с Таганрогом и Красноярском. Воронеж, Курган и Новосибирск – еще три региона, где размещено много предприятий этой группы.

Одной из главных задач машиностроения является коренная реконструкция и опережающий рост таких отраслей, как станкостроение, приборостроение, электротехническая и электронная промышленность, производство вычислительной техники, что позволит России набрать темпы для приближения к мировому уровню экономики.

Отечественному машиностроению присущ целый ряд проблем, которые можно сгруппировать в зависимости от их характера.

1. Проблемы, связанные с развитием машиностроительного комплекса.
2. Необходимость структурной перестройки.
3. Проблемы повышения качества производимых машин.

Целью данной работы является проведение анализа детали «Переходник», проектирование технологического маршрута - составить маршрут, рассчитать припуски, рассчитать режимы резания. Необходимо выбрать оборудование, которое будет выполнять необходимую работу, выбрать режущий инструмент, с помощью которого будет производиться обработка, выбрать техническое оснащение, такое, как измерительный инструмент, приспособления. Также, необходимо произвести нормирование некоторых технологических операций, требуемых для изготовления детали. Спроектированный технологический процесс должен удовлетворять требованиям экономичности изготовления детали [13].

Разработать технологический процесс изготовления детали «Переходник»

67

3.3 Анализ технологичности конструкции детали

Обеспечение технологичности конструкции изделия - функция подготовки производства, предусматривающая взаимосвязанное решение конструкторских и технологических задач, направленных на повышение производительности труда, достижение оптимальных трудовых и материальных затрат и сокращение времени на производство, в том числе и монтаж вне предприятия-изготовителя, техническое обслуживание и ремонт изделия (ГОСТ 14.201-83)

В технические требования чертежа детали входят: неуказанные предельные отклонения по качеству H14, h14 и $\pm \frac{IT14}{2}$, притупление острых кромок и неуказанные фаски $0,5 * 45^\circ$. Заготовку можно закрепить в стандартных приспособлениях, и, также, можно обработать на станках небольших размеров, учитывая габариты заготовки.

У детали есть некоторые поверхности, имеющие повышенные технические требования: отклонения формы профиля, расположения, точность размеров. Данные требования может обеспечить токарно-фрезерной группы станок. В таком случае, применение шлифовального станка не имеет смысла, что не приводит к увеличению основного времени и не усложняет процесс обработки.

В рабочем чертеже детали присутствует допуск на радиальное биение и допуск на соосность относительно конструкторской базы А на 0,03. В данной случае, для обеспечения данных требований нужно использовать одну из поверхностей в качестве базы.

На виде справа стоят два допуска для сопряжения деталей используют шпонку. Для одной внутренней цилиндрической поверхности используется 8 квалитет. Также, для шпоночного паза используется 8 квалитет. Стоят допуски на параллельность и симметричность относительно базы А. Для обеспечения, нужно применять самоцентрирующиеся приспособление.

Саму деталь производят из конструкционной углеродистой качественной стали Сталь 10. Из данного материала производят детали, работающие при температуре от -40 до 450 °С, к которым предъявляются требования высокой пластичности, после химико-термической обработки - детали с высокой поверхностной твердостью при невысокой прочности сердцевины.

Пластичность металла позволяет использовать их для изготовления штампованных частей и деталей. Для выпуска промышленного количества товара осуществляется технология холодной штамповки. Не склонна к флокеночувствительности, склонность к отпускной хрупкости отсутствует. Твердость стали 10: $HV_{10}^{-1} = 143 \text{ Мпа}$, обрабатываемость резанием В горячекатанном состоянии при HV_{99-107} и $\sigma_B = 450 \text{ Мпа}$; $K_{v \text{ тв. спл.}} = 2,1$; $K_{v \text{ б.ст.}} = 1,6$

Из нее изготавливают втулки, ушки рессор, диафрагмы, шайбы, винты, детали, работающие до 450 °С, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости и износоустойчивости при невысокой прочности сердцевины. Высокий предел выносливости определяет применение материала при изготовлении ответственных деталей, которые предназначены для длительной работы.

Цифра 10 означает, что это конструкционная сталь и в среднем в марке содержится 0,10% углерода, а остальные примеси незначительны.

Таблица – 8 Химический состав стали 10

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As	Fe
0,07 - 0,14	0,17 - 0,37	0,35 - 0,65	0,25	0,04	0,035	0,15	0,25	0,08	~98

Таблица – 9 Механические свойства стали 10

Ст10	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	НВ
	335	31	69	143

Показатель материалоемкости – характеризуется коэффициентом использования материала [13]:

$$K_{\text{им}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}}$$

$M_{\text{д}}$ – масса детали; $M_{\text{з}}$ – масса заготовки

$$M_{\text{д}} = 1,951 \text{ кг}$$

$$M_{\text{з}} = 3,77 \text{ кг}$$

$$K_{\text{им}} = \frac{1,951}{3,77} = 0,51$$

Базовое значение показателя $K_{\text{им}} = 0,7$. Если расчетное значение коэффициента использования материала выше базового, то можно сказать, что выбранным методом получения заготовки и ее конфигурация удовлетворяют требованиям технологичности

Коэффициент унификации конструктивных материалов [13]:

$$K_{\text{у.э}} = Q_{\text{у.э}}/Q_{\text{э}}$$

$Q_{\text{у.э}}$ и $Q_{\text{э}}$ – соответственно число унифицированных конструктивных элементов детали и общее, шт

$$K_{\text{у.э}} = \frac{10}{14} = 0,71$$

К унифицированным поверхностям относятся стандартные канавки, фаски, центровочные гнезда, зубчатые, шлицевые, шпоночные поверхности; гладкие цилиндрические и плоские поверхности, если их номинальный размер

принадлежит одному из рядов номинальных линейных размеров и допуск размера назначен по квалитетам. Базовое значение показателя $K_{y.э} = 0,8$

Коэффициент применяемости стандартизованных обрабатываемых поверхностей [13]:

$$K_{п.ст} = D_{о.с} / D_{м.о}$$

$D_{о.с}$ и $D_{м.о}$ – соответственно число поверхностей детали, обрабатываемых стандартным инструментом, и всех, подвергаемых механической обработке поверхностей, шт.

$$K_{п.ст} = \frac{13}{14} = 0,92$$

Коэффициент обработки поверхностей [13]:

$$K_{п.о.} = 1 - \frac{D_{м.о}}{D_э}$$

$D_{м.о}$ и $D_э$ соответственно число поверхностей подвергаемых механической обработке и общее число поверхностей, шт.

$$K_{п.о.} = 1 - \frac{14}{14} = 0$$

Коэффициент шероховатости поверхности [13]:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{B_{ср}}$$

$$B_{ср} = \sum \frac{B_i}{n_i}$$

B_i – значение параметра шероховатости;

n_i – количество параметров шероховатости.

Минимальное значение параметра шероховатости обрабатываемых поверхностей $Ra = 6,3$ мкк

$$B_{cp} = 6,3$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{6,3} = 0,84$$

Проанализировав количественные показатели технологичности для данной детали, следует сказать, что к отрицательным показателям, характеризующим деталь, относятся: коэффициент использования материала, который является ниже среднего ($0,51 < 0,7$). Это говорит о том, что значительная часть материала срезается в стружку, что приводит к снижению технологичности изделия, а также к удорожанию детали. Коэффициент унификации конструктивных элементов показал, что деталь нетехнологична, так как преобладает небольшое количество унифицированных конструктивных элементов [13].

К положительным показателям, характеризующим деталь, относятся: коэффициент применяемости стандартизованных обрабатываемых поверхностей – почти все поверхности обрабатываются стандартным инструментом. Коэффициент шероховатости поверхности указывает, что вся деталь имеет одну шероховатость, что положительно сказывается при обработке.

Таким образом, проанализировав качественные и количественные показатели технологичности детали «Переходник», можно сделать вывод, что из-за наличия большого количества нетехнологичных элементов, указанных выше, малым коэффициентом использования материала и малым коэффициентами унификации конструктивных элементов деталь «Переходник» не является технологичной.

3.4 Обоснование выбора вида заготовки

Заготовка – предмет труда, из которого путем изменения формы, размеров, свойств поверхности и (или) материала получают деталь (определение дано в соответствии с ГОСТ 3.1109-82 ЕСТД. Термины и определения основных понятий.

Когда идет выбор заготовки, нужно исходить из особенностей материала детали и требований, которые предъявляются, с точки зрения физико-механических свойств и структурного состояния. Ведь выбор заготовки оказывает очень большое влияние на качество изделия. Также, заготовка определяет экономичность технологического процесса в целом [14].

Должны учитываться такие факторы, как конструктивные формы детали, технологичные возможности производства, вид производства, габариты, вес детали, сложность геометрических форм и т.д. Отталкиваясь от этих факторов выбирается наиболее выгодный способ получения детали.

Заготовками для изготовления деталей механизмов могут служить:

1. Отливки, полученные различными методами, применяются для изготовления деталей сложной формы из чугуна, цветных металлов и специальной литевой стали;
2. Поковки, применяются для изготовления деталей из пластических металлов менее сложной, чем у отливок, конфигурации, но имеющих большие перепады размеров;
3. Штамповки применяются для изготовления деталей из пластических металлов более сложной, чем у отливок, конфигурации;
4. Сортовой прокат, основное достоинство — дешевизна. Он изготавливается из стали и цветных металлов в виде прутков с различной формой поперечного сечения.

Первым критерием при выборе типа заготовки служит материал, из которого изготавливается деталь:

1. Сталь – прокат, поковка, штамповка, реже - отливка;
2. Чугун – различные способы литья;
3. Цветные металлы – прокат, отливка, реже – штамповка;
4. Полимеры – прокат, отливка.

Вторым критерием являются технологические возможности типа производства:

1. Для деталей простой формы предпочтителен прокат;
2. Для деталей средних и крупных размеров простой формы с большими перепадами размеров - поковка;
3. Для деталей сложной формы - отливка или штамповка.

С учётом материала детали и его технологических свойств (материал сталь 10), её массы и габаритных размеров, требований механических свойств (особых требований не предъявляется), а также типа производства (мелкосерийный) выбираем в качестве исходной заготовки прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества ГОСТ 535-88. Эскиз заготовки приведён на рисунке !

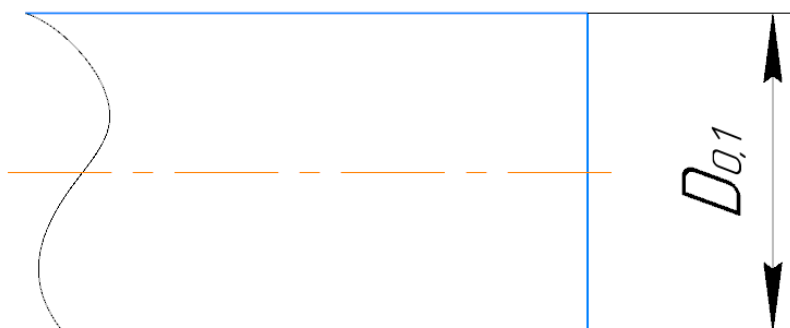


Рисунок 41 – Эскиз заготовки

3.5 Разработка технологического маршрута

Номер			
операции	перехода	Наименование операций и содержание переходов	Эскиз
05	1	Заготовительная операция 1. Установить заготовку в приспособление. Верить и закрепить. 2. Отрезать заготовку, выдерживая размер A_{01}	
	1	Токарно-фрезерная операция Установ А 1. Установить заготовку в приспособление. Выберить и закрепить. 2. Подрезать торец, выдерживая размер A_{11} начисто	
	2	1. Точить поверхность D_{01} до D_{12}, выдерживая размер A_{12} начерно	
10	3	1. Точить поверхность D_{12} до D_{13}, выдерживая размер A_{12} начисто	

Номер			
операции	перехода	Наименование операций и содержание переходов	Эскиз
10	4	1. Точить фаску размером A_{14} на поверхности D_{13} начисто	
	5	1. Точить фаску размером A_{15} на поверхности D_{13} начисто	
	6	1. Сверлить отверстие D_{16} насквозь начерно	

Номер			
операции	перехода	Наименование операций и содержание переходов	Эскиз
10	1	Установ Б 1. Перустановить заготовку в приспособление. Выверить и закрепить 2. Точить поверхность $D_{0,1}$ до D_{17}, напроход начерно	
	2	1. Точить поверхность D_{17} до D_{18}, напроход начисто	
10	3	1. Точить фаску размером A_{16} на поверхности D_{18} начисто	
	4	1. Расточить отверстие D_{16} до D_{19} выдерживая размер A_{17} начерно	

Номер			
операции	перехода	Наименование операций и содержание переходов	Эскиз
10	5	1. Расточить отверстие D_{19} до D_{110} выдерживая размер A_{17} начисто	
	6	1. Расточить канавку на поверхности D_{110} выдерживая размеры D_{111} , A_{18} и A_{19} начисто	
	7	1. Точить фаску размером A_{110} на поверхности D_{110} начисто	

Номер			
операции	перехода	Наименование операций и содержание переходов	Эскиз
10	1	Установ В 1. Переустановить заготовку в приспособление. Выверить и закрепить. 2. Расточить отверстие D_{16} до D_{12} напроход начисто	
	2	1. Точить фаску размером A_{111} на поверхности D_{12} начисто	
	3	1. Фрезеровать шпоночный паз на поверхности D_{13}, выдерживая размеры A_{112}, A_{113} и D_{113} начерно	
	4	1. Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры A_{112}, A_{114} и D_{114} начисто	

Номер			
операции	перехода	Наименование операций и содержание переходов	Эскиз
15	1	Долбежная операция 1. Установить заготовку в приспособление Выверить и закрепить 2. Долбить шпоночный паз на поверхности D_{18} выдерживая размеры A_{116}, A_{115} и D_{115} начисто	
20	1	Слесарная операция 1. Острые кромки притупить на поверхности D_{111}	
	2	1. Острые кромки притупить на поверхности D_{114}	

Номер			
операции	перехода	Наименование операций и содержание переходов	Эскиз
25	1	Промывочная операция 1. Промыть согласно ТТП01279-0002	
30	1	Контрольная операция 1. Контроль всех размеров 100%	

3.6 Размерный анализ

Таблица 10 – Припуски на обработку

Наименование перехода	Элементы припуска				Расчетный припуск $2z_{min}$, мкм	Расчетный минимальный размер, мм	Допуск на изготовление Td , мкм	Принятые размеры по переходам, мм		Полученные предельные отклонения, мкм	
	Rz	h	Δ	ε				D_{max}	D_{min}	$2z_{max}$	$2z_{min}$
Заготовка	63	70	154,69	-	-	-	330	-	-	-	-
Растачивание черновое	32	20	9,28	70	245,2	31,921	160	31,920	31,760	796	245,2
Растачивание чистовое	25	10	0,46	3,5	77,06	31,998	39	32,002	31,998	242	77,06

Последовательность переходов, необходимых для выполнения получения внутренней поверхности:

1. Заготовка;
2. Растачивание черновое;
3. Растачивание чистовое.

Минимальный припуск при обработке наружных и внутренних поверхностей (двусторонний припуск) [15, стр 175]:

$$2z_{imin} = 2((Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$$

где Rz_{i-1} – высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

h_{i-1} - глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – суммарные отклонения расположения поверхности;

ε_{i-1} – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Используя справочную литературу, определим высоту неровностей профиля Rz и глубину дефектного слоя h для всех переходов [15, стр 11]:

Для заготовки:

$$Rz = 63 \text{ мкм}, h = 70 \text{ мкм}$$

Для чернового растачивания:

$$Rz = 32 \text{ мкм}, h = 20 \text{ мкм}$$

Для чистового растачивания:

$$Rz = 25 \text{ мкм}, h = 10 \text{ мкм}$$

Суммарные отклонения поверхностей

$$\Delta = \sqrt{C_0^2 + (\Delta_y \cdot l_y)^2}$$

C_0 – смещение оси отверстия относительно номинального положения;

Δ_y – увод сверла;

l_y – длина просверливаемого отверстия.

$$\Delta = \sqrt{20^2 + (1,3 \cdot 118)^2} = 154,69 \text{ мкм}$$

Для последующих операций погрешность расположения определяется через коэффициент уточнения K_y :

$$\Delta = \Delta_{\text{св}} \cdot K_y$$

Для черновой расточки коэффициент уточнения $K_y = 0,06$, тогда

$$\Delta_{\text{чер.рас.}} = 154,69 \cdot 0,06 = 9,28 \text{ мкм}$$

Для чистовой расточки коэффициент уточнения $K_y = 0,05$, тогда

$$\Delta_{\text{чис.рас.}} = 9,28 \cdot 0,05 = 0,464 \text{ мкм}$$

Погрешность установки при обработке в трехкулачковом самоцентрирующем патроне пневматическом патроне:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}$$

Где ε_6 – погрешность базирования, при обработке в трехкулачковом самоцентрирующем патроне пневматическом патроне $\varepsilon_6 = 0$;

ε_3 – погрешность закрепления, при диаметре заготовки 50-80, горячекатаном прокате и начисто обработанной поверхности, закрепленной в самоцентрирующемся патроне, $\varepsilon_3 = 70$ мкм

Определим погрешность базирования ε для чернового растачивания:

$$\varepsilon = \sqrt{0^2 + 70^2} = 70 \text{ мкм}$$

Определим погрешность базирования ε для чистового растачивания:

$$\varepsilon = 70 \cdot 0,05 = 3,5 \text{ мкм}$$

Теперь определим минимальные припуски по каждому переходу, подставляя принятые значения

Для чернового растачивания:

$$2z_{\min \text{ рас.черн.}} = 2 \cdot ((50 + 20) + \sqrt{9,28^2 + 70^2}) = 2 \cdot 122,6 \text{ мкм}$$

Для чистового растачивания:

$$2z_{\min \text{ рас.чис.}} = 2 \cdot ((25 + 10) + \sqrt{0,46^2 + 3,5^2}) = 2 \cdot 38,53 \text{ мкм}$$

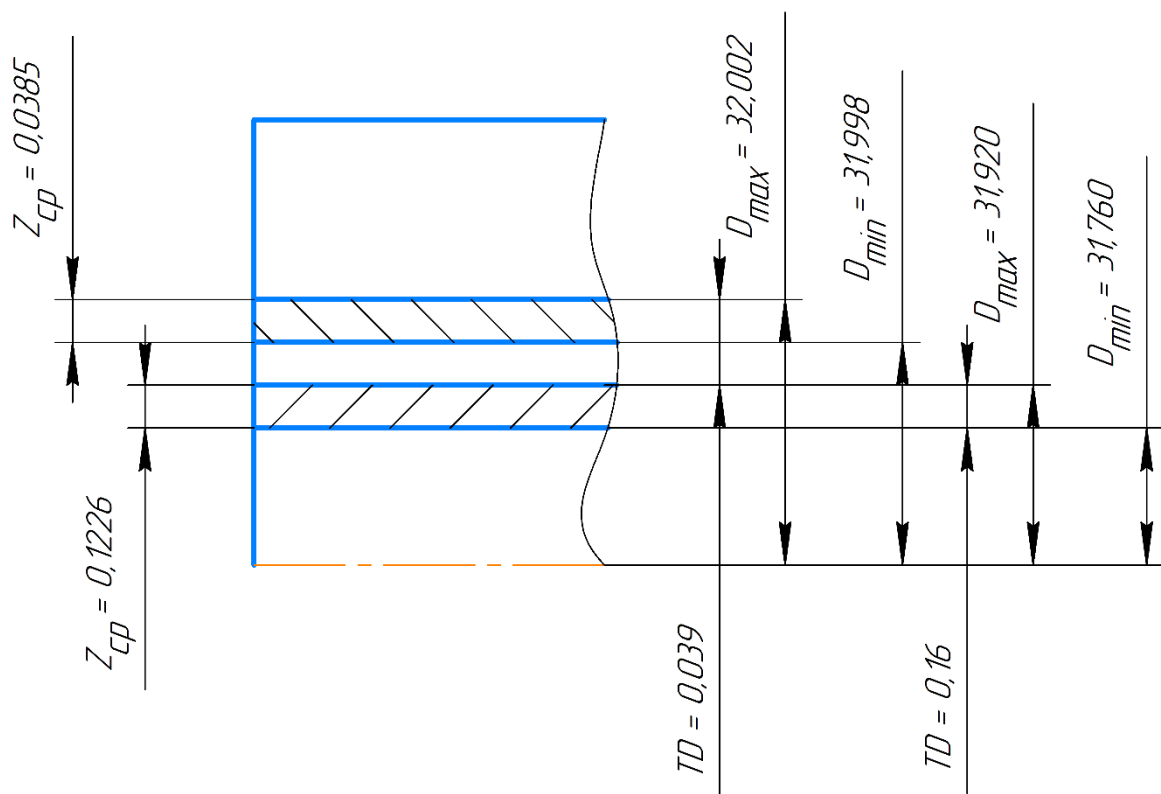


Рисунок 42 – Схема расположения допусков и припусков

3.6.1 Чистовое растачивание

Допуск на $z_{1.11}$

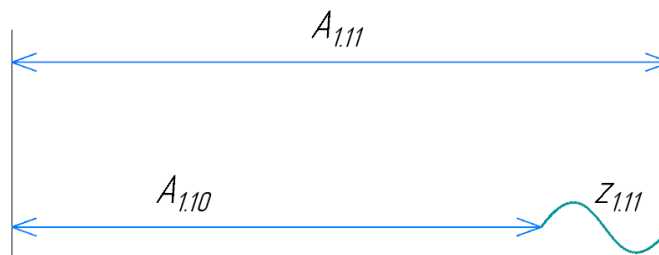


Рисунок 43 – Чистовое растачивание

$$TZ_{1.11} = TA_{1.11} + TA_{1.10}$$

$$TZ_{1.11} = 19,5 + 80 = 99,5 \text{ мкм}$$

$$z_{1.11 \max} = A_{1.11 \max} - A_{1.10 \min}$$

$$z_{1.11 \min} = A_{1.11 \min} - A_{1.10 \max}$$

$$A_{1.10 \max} = A_{1.11 \min} - z_{1.11 \min}$$

$$A_{1.10 \max} = 15,999 - \left(\frac{38,53}{1000} \right) = 15,960$$

$$A_{1.10 \min} = A_{1.10 \max} - TA_{1.10}$$

$$A_{1.10 \min} = 15,960 - \left(\frac{80}{1000} \right) = 15,880$$

Рассчитаем предельные отклонения

$$Z_{1.11 \max} = A_{1.11 \max} - A_{1.10 \min}$$

$$Z_{1.11 \max} = 16,001 - 15,880 = 121 \text{ мкм}$$

$$Z_{1.11 \text{ ном}} = A_{1.11 \max} - A_{1.10 \min}$$

$$Z_{1.11 \text{ ном}} = 16,001 - 15,960 = 41 \text{ мкм}$$

Рассчитаем размеры по переходам

$$D_{\min} = 15,880 \cdot 2 = 31,760 \text{ мм}$$

$$D_{\max} = 15,960 \cdot 2 = 31,920 \text{ мм}$$

3.6.2 Черновое растачивание

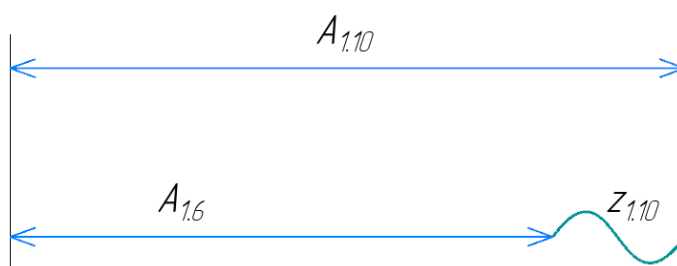


Рисунок 44 – Черновое растачивание

$$TZ_{1.10} = TA_{1.10} + TA_{1.6}$$

$$TZ_{1.10} = 80 + 195 = 275 \text{ мкм}$$

$$Z_{1.10 \max} = A_{1.10 \max} - A_{1.6 \min}$$

$$Z_{1.10 \min} = A_{1.10 \min} - A_{1.6 \max}$$

$$A_{1.6 \max} = A_{1.10 \min} - z_{1.10 \min}$$

$$A_{1.6 \max} = 15,880 - \left(\frac{122,6}{1000}\right) = 15,757$$

$$A_{1.6 \min} = A_{1.6 \max} - TA_{1.6}$$

$$A_{1.6 \min} = 15,757 - \left(\frac{195}{1000}\right) = 15,562$$

Рассчитаем предельные отклонения

$$z_{1.10 \max} = 15,960 - 15,562 = 398 \text{ мкм}$$

$$z_{1.10 \text{ ном}} = A_{1.10 \max} - A_{1.6 \max}$$

$$z_{1.10 \text{ ном}} = 15,960 - 15,757 = 203 \text{ мкм}$$

Рассчитаем размеры по переходам

$$D_{\min} = 15,562 \cdot 2 = 31,124 \text{ мм}$$

$$D_{\max} = 15,757 \cdot 2 = 31,514 \text{ мм}$$

3.7 Расчет режимов резания

3.7.1 Точение поверхности $D_{0.1}$

Инструмент: отрезной резец, ВК8

Геометрия инструмента: $\varphi = 90^\circ$; $h \times b = 25 \times 16$; $L = 140$; $l = 40$; $l_1 = 50$; $h = 35$; $a = 5$

Глубина резания t при черновом точении и отсутствии ограничений по мощности оборудования, жесткости системы СПИД принимается равной припуску на обработку. Таким образом, $t = 2 \text{ мм}$ [16, стр 264]

Подача s при черновом точении принимается максимально допустимой по мощности оборудования, жесткости системы СПИД, прочности режущей пластины и прочности державке. Таким образом, примем подачу $S = 1 \text{ мм/об}$ [16, стр. 266]

Скорость резания при отрезании рассчитывается по формуле [16]

$$V = \frac{C_v}{T^{m_{sy}}} K_v$$

K_v – произведение коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки K_{mv} , состояние поверхности K_{pv} , материала инструмента K_{iv}

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}$$

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_v}\right)^{n_v}$$

K_r – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости [16]

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{335}\right)^1 = 2,23$$

$$K_{pv} = 0,9$$

$$K_{iv} = 0,4$$

Рассчитаем коэффициент K_v

$$K_v = 2,23 \cdot 0,9 \cdot 0,4 = 0,8$$

Рассчитаем скорость резания при отрезании

$$V = \frac{47}{60^{0,20} \cdot 1^{0,8}} \cdot 2,23 = 46,21 \text{ м/мин}$$

Определим скорость вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 46,21}{3,14 \cdot 70} = 210 \text{ об/мин}$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (тангенциальную P_z , радиальную P_y , осевую P_x) [16]

$$P_{z,y,x} = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

K_p – поправочный коэффициент, который представляет собой произведение ряда коэффициентов

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{mp} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ – поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания [16стр. 271]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$$

$$K_{mp} = \left(\frac{335}{750}\right)^{0,75} = 0,54$$

$$K_{\varphi p} = 0,89$$

$$K_{\gamma p} = 1$$

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$K_{rp} = 1$$

Рассчитаем поправочный коэффициент

$$K_p = 0,54 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,48$$

Рассчитаем силу резания

$$P_z = 10 \cdot 408 \cdot 2^{0,72} \cdot 1^{0,8} \cdot 119,96^0 \cdot 0,48 = 3225,84 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60}$$

Рассчитаем мощность резания

$$N = \frac{3225,84 \cdot 46,21}{1020 \cdot 60} = 2,43 \text{ кВт}$$

3.7.2 Точение поверхности $D_{1.2}$

Инструмент: проходной резец, Т15К6

Геометрия инструмента: $h \times b = 25 \times 16$; $\varphi = 45^\circ$; $L = 140$; $n = 9$

Глубина резания t при черновом точении поверхности $D_{1.2}$ $t = 2,5$ мм
[16, стр. 265]

Подача S при черновом точении поверхности $D_{1.2}$ $s = 0,6$ мм/об [16, стр. 265]

Скорость резания при наружном продольном и поперечном точении и растачивании рассчитывается по формуле

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}$$

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_v}\right)^{n_v}$$

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{335}\right)^1 = 2,23$$

$$K_{pv} = 0,9$$

$$K_{iv} = 1$$

Рассчитаем коэффициент K_v

$$K_v = 2,23 \cdot 0,9 \cdot 1 = 2,007$$

Рассчитаем скорость резания [16]

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 2,007 = 322,8 \text{ м/мин}$$

Определим скорость вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 322,8}{3,14 \cdot 65} = 1581,57 \text{ об/мин}$$

Сила резания считается по формуле

$$P_{z,y,x} = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

K_p – поправочный коэффициент

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$$

$$K_{mp} = \left(\frac{335}{750}\right)^{0,75} = 0,54$$

$$K_{\varphi p} = 1$$

$$K_{\gamma p} = 1$$

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$K_{rp} = 1$$

$$K_p = 0,54 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,54$$

Рассчитаем силу резания

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 322,8^{-0,15} \cdot 0,54 = 1160,61 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60}$$

Рассчитаем мощность резания

$$N = \frac{1160,61 \cdot 322,8}{1020 \cdot 60} = 6,1 \text{ кВт}$$

3.7.3 Сверление отверстия $D_{1.6}$

Инструмент: сверло по металлу, Р6М5

Геометрия инструмента: $D = 20 \text{ мм}$; $l = 140 \text{ мм}$; $L = 238 \text{ мм}$

Глубина резания при сверлении

$$t = 0,5D = 0,5 \cdot 20 = 10 \text{ мм}$$

При сверлении отверстий без ограничивающих факторов выбирают максимально допустимую по прочности сверла подачу [16, стр. 277]. У стали 10 $HВ = 143 \text{ Мпа}$. При $HВ < 160$ и диаметром от 16 до 20 мм, подача принимается равной $S = 0,49 \text{ мм/об}$

Скорость резания при сверлении рассчитывается по формуле

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v$$

C_v, q, m, y – коэффициенты [16], стр. 278]

T – период стойкости

K_v – общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{mv} K_{iv} K_{lv}$$

K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал

K_{iv} – коэффициент на инструментальный материал

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления

Рассчитаем общий поправочный коэффициент

$$K_v = 0,4 \cdot 1 \cdot 1 = 0,4$$

Рассчитаем скорость резания

$$V = \frac{9,8 \cdot 20^{0,4}}{70^{0,2} 0,49^{0,5}} \cdot 0,4 = 19,83 \text{ м/мин}$$

Крутящий момент рассчитывается по формуле

$$M_{\text{кр}} = 10 C_M D^q s^y K_p$$

K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки

$$K_p = K_{\text{мп}}$$

$$K_{\text{мп}} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{335}{750}\right)^{0,75} = 0,54$$

Рассчитаем крутящий момент

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 20^2 \cdot 0,49^{0,8} \cdot 0,54 = 42,11 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Рассчитываем осевую силу

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 20^1 \cdot 0,49^{0,7} \cdot 0,54 = 4457,28 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} n}{9750}$$

n – частота вращения заготовки

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 19,83}{3,14 \cdot 20} = 315,76 \text{ об/мин}$$

$$N_e = \frac{42,11 \cdot 315,76}{9750} = 1,36 \text{ кВт}$$

3.7.4 Точение поверхности $D_{1,7}$

Инструмент: проходной резец, Т15К6

Геометрия инструмента: $h \times b = 25 \times 16$; $\varphi = 45^\circ$; $L = 140$; $n = 9$

Глубина резания t при черновом точении поверхности $D_{1,7}$ $t = 2$ мм [16, стр. 265]

Подача S при черновом точении поверхности $D_{1.7}$ $s = 1$ мм/об [16, стр. 265]

Скорость резания при наружном продольном и поперечном точении и растачивании рассчитывается по формуле

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}$$

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_v}\right)^{n_v}$$

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{335}\right)^1 = 2,23$$

$$K_{pv} = 0,9$$

$$K_{iv} = 1$$

Рассчитаем коэффициент K_v

$$K_v = 2,23 \cdot 0,9 \cdot 1 = 2,007$$

Рассчитаем скорость резания

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 1^{0,35}} \cdot 2,007 = 279,86 \text{ м/мин}$$

Определим скорость вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 279,86}{3,14 \cdot 66} = 1350,41 \text{ об/мин}$$

Сила резания считается по формуле

$$P_{z,y,x} = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

K_p – поправочный коэффициент

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$$

$$K_{mp} = \left(\frac{335}{750}\right)^{0,75} = 0,54$$

$$K_{\varphi p} = 1$$

$$K_{\gamma p} = 1$$

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$K_{rp} = 1$$

$$K_p = 0,75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,54$$

Рассчитаем силу резания

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 279,86^{-0,15} \cdot 0,54 = 1391,46 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60}$$

Рассчитаем мощность резания

$$N = \frac{1391,46 \cdot 279,86}{1020 \cdot 60} = 6,36 \text{ кВт}$$

3.7.5 Растачивание отверстия $D_{1,9}$

Инструмент: резец расточной, Т15К6

Глубина резания t при черновом точении поверхности $D_{1,2}$ $t = 0,25 \text{ мм}$
[16, стр. 265]

Подача S при черновом точении поверхности $D_{1,2}$ $s = 0,5 \text{ мм/об}$ [16],
стр. 265]

Скорость резания при наружном продольном и поперечном точении и растачивании рассчитывается по формуле

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} s^y} K_v$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}$$

$$K_{mv} = K_\Gamma \cdot \left(\frac{750}{\sigma_v}\right)^{n_v}$$

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{335}\right)^1 = 2,23$$

$$K_{pv} = 0,9$$

$$K_{iv} = 1$$

Рассчитаем коэффициент K_v

$$K_v = 2,23 \cdot 0,9 \cdot 1 = 2,007$$

Частота вращения оборудования равна

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = 4000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Определим скорость резания

$$V = \frac{n\pi D}{1000} = \frac{3,14 \cdot 4000 \cdot 32}{1000} = 401,92 \text{ м/мин}$$

Сила резания считается по формуле

$$P_{z,y,x} = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

K_p – поправочный коэффициент

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$$

$$K_{mp} = \left(\frac{335}{750}\right)^{0,75} = 0,54$$

$$K_{\varphi p} = 1$$

$$K_{\gamma p} = 1$$

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$K_{rp} = 1$$

$$K_p = 0,54 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,54$$

Рассчитаем силу резания

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 401,92^{-0,15} \cdot 0,54 = 97,95 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60}$$

Рассчитаем мощность резания

$$N = \frac{97,95 \cdot 401,92}{1020 \cdot 60} = 0,64 \text{ кВт}$$

3.7.6. Фрезерование шпоночного паза $D_{1.13}$

Инструмент: концевая фреза, T15K6

Геометрия инструмента: $d = 8 \text{ мм}$; $d_1 = 8 \text{ мм}$; $l = 19 \text{ мм}$; $L = 63 \text{ мм}$; $z = 4$

Глубина фрезерования t определяет продолжительность контакта зуба фрезы с заготовкой. Тогда $t = 3 \text{ мм}$ [16, стр. 282]

Ширина фрезерования B определяет длину лезвия зуба фрезы, участвующей в резании. Тогда $B = 12 \text{ мм}$ [16, стр. 282]

При фрезеровании различают подачу на один зуб s_z , подачу на один оборот фрезы s и подачу минутную s_m мм/мин

$$s_m = sn = s_z zn$$

n – частота вращения фрезы

z – число зубьев фрезы

Исходной величиной подачи при черновом фрезеровании является величина ее на один зуб s_z . Таким образом, примем $s_z = 0,2$ мм/зуб

Скорость резания – окружная скорость фрезы. Скорость резания определяется по формуле

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v$$

$C_v = 234$; $q = 0,44$; $m = 0,37$; $x = 0,24$; $y = 0,26$; $u = 0,1$; $p = 0,13$ [16], стр. 287]

K_v – общий поправочный коэффициент. Общий поправочный коэффициент находится по формуле

$$K_v = K_{MV} K_{PV} K_{IV}$$

K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

K_{PV} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки

K_{IV} – коэффициент, учитывающий материал инструмента

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{335} \right)^1 = 2,23$$

$$K_{PV} = 0,9$$

$$K_{IV} = 1$$

$$K_v = 2,23 \cdot 0,9 \cdot 1 = 2,007$$

Рассчитаем скорость резания

$$V = \frac{234 \cdot 8^{0,44}}{80^{0,37} \cdot 3^{0,24} \cdot 0,2^{0,26} \cdot 12^{0,1} \cdot 4^{0,13}} \cdot 2,007 = 176,57 \text{ м/мин}$$

Частота вращения оборудования равна

$$n = \frac{1000V}{\pi D}$$

Определим частоту вращения

$$n = \frac{1000 \cdot 176,57}{3,14 \cdot 8} = 7029,06 \text{ об/мин}$$

Силы разрезания – главная составляющая силы резания при фрезеровании

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^u}{D^q n^w} K_{mp}$$

z – число зубьев фрезы

n – частота вращения фрезы

$$C_p = 12,5; x = 0,85; y = 0,75; u = 1; q = 0,73; w = -0,13$$

K_{mp} – поправочный коэффициент для стали и чугуна, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

$$K_{mp} = \left(\frac{335}{750} \right)^{0,3} = 0,78$$

Рассчитаем силу резания

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 3^{0,85} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 12^1 \cdot 4}{12^{0,73} \cdot 7029,06^{-0,13}} \cdot 0,78 = 1874,19 \text{ Н}$$

Крутящий момент на шпинделе находится по формуле

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100}$$

Рассчитаем крутящий момент на шпинделе

$$M_{кр} = \frac{1874,19 \cdot 8}{2 \cdot 100} = 74,96 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

D – диаметр фрезы

Мощность резания

$$N_e = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60}$$

Рассчитаем мощность

$$N_e = \frac{1874,19 \cdot 176,57}{1020 \cdot 60} = 5,4 \text{ кВт}$$

3.8 Подбор оборудования

Учитывая маршрут обработки детали и мощность резания, в качестве оборудования выберем токарно-фрезерный станок СТХ gamma 2000 ТС.

Токарно-фрезерный станок СТХ gamma 2000 ТС предназначен для выполнения комплексной токарной и фрезерной 2-х, 3-х, 4-х и 5-и осевой обработки деталей малых и средних размеров в автоматическом или полуавтоматическом режиме [18].

Таблица 11 – Технические характеристики токарно-фрезерного станка СТХ gamma 2000 ТС

Характеристики	Значение
Максимальный диаметр точения	700 мм
Максимальная длина точения	2000 мм
Максимальная длина между главным шпинделем и задней бабкой	2260 мм
Встроенный мотор шпиндель ISM 102	4000 об/мин
Мощность	40 кВт
Крутящий момент	700 Нм
Скорость вращения шпинделя	12000 об/мин

Ход по оси Y	±120 мм
Ход по осям X / Y / Z мм	800 мм / ±210 мм / 2050 мм
Угол поворота оси B	±120°
Дисковой магазин	24 инструмента
Револьверная головка VDI 40 частота вращения мощность крутящий момент	До 4000 об/мин 10 кВт 28 Нм
Современное 3D управление	SIEMENS ShopTurn 3G
Обработка с противоположной стороны	Противошпиндель

3.9 Нормирование

3.9.1 Расчет основного времени

Под нормированием технологических процессов понимают назначение технически обоснованных норм времени на продолжительность выполнения операций. Технически обоснованной нормой времени называют время выполнения технологической операции в определённых организационно - технических условиях, наиболее благоприятных для данного типа производства. На основе технически обоснованных норм времени устанавливают расценки, определяют производительность труда, осуществляют планирование производства и т. п. [19].

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}$$

T_0 – основное время, мин;

L – длина заготовки, мм;

S – подача, об/мин;

n – частота вращения шпинделя, мин⁻¹;

i – число проходов

$$L = l + l_n + l_{вр} + l_{пр}$$

l – размер детали;

l_n – длина подвода инструмента;

$l_{вр}$ – врезания инструмента;

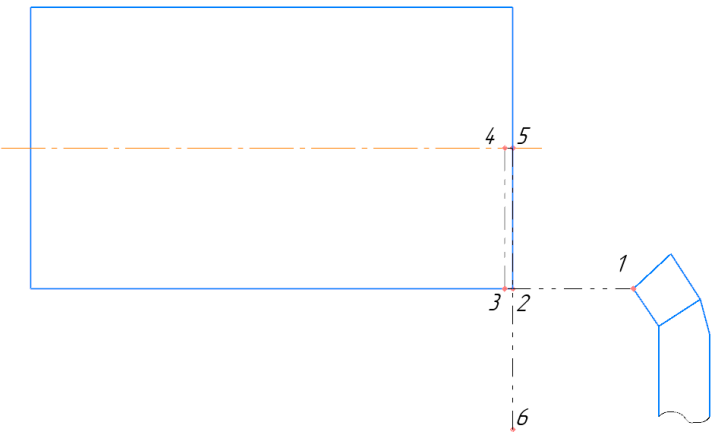
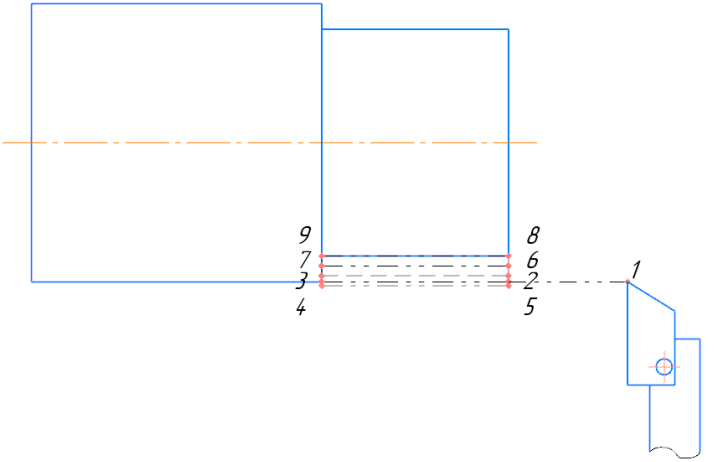
$l_{пр}$ – длина пробега инструмента;

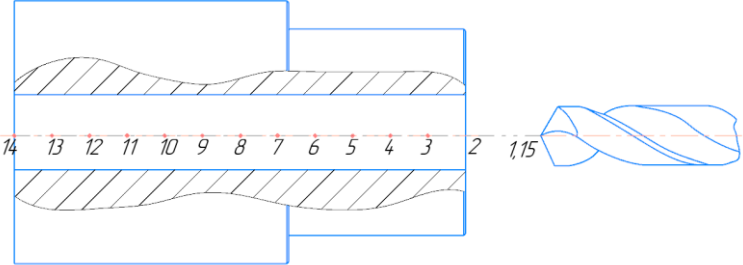
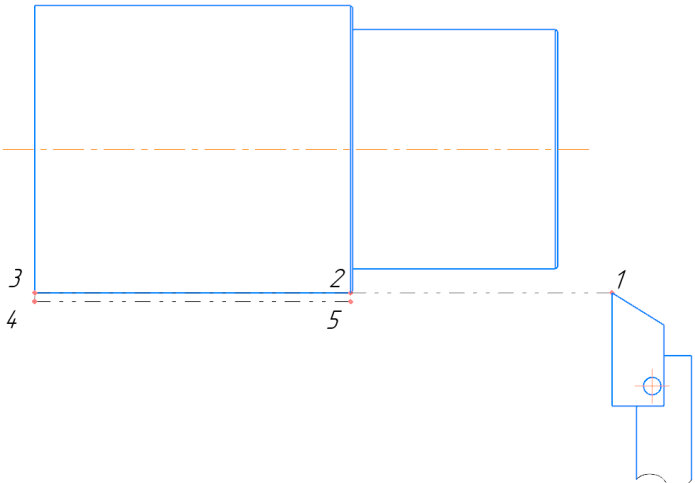
$$l_{вр} = \frac{t}{tg\varphi}$$

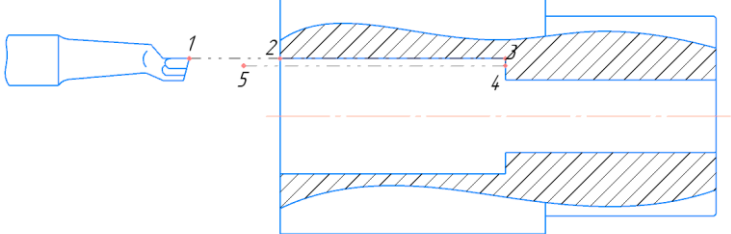
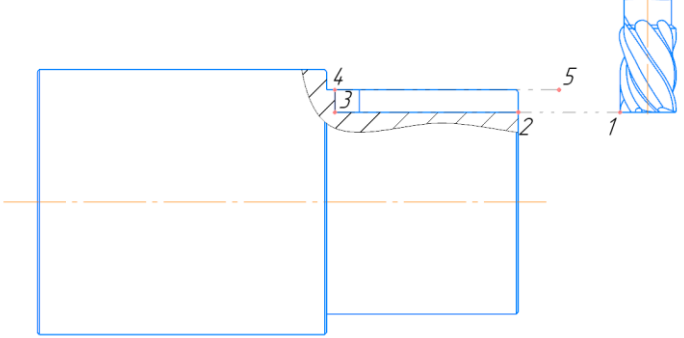
t – глубина резания;

φ – угол в плане инструмента

Таблица 12 – Траектория движения инструмента

Схема	Основное время	Траектория
	$L =$ $= 2 + 30 + 0$ $+ 72$ $= 104 \text{ мм}$ $l_{\text{вп}} = \frac{2}{\text{tg}90^\circ}$ $= 0 \text{ мм}$ $T_0 = \frac{104 \cdot 1}{1 \cdot 210}$ $= 0,49 \text{ мин}$	1-2-3-4-5-6
	$L =$ $= 47 + 30$ $+ 2 + 1$ $= 80 \text{ мм}$ $l_{\text{вп}} = \frac{2}{\text{tg}45^\circ}$ $= 2 \text{ мм}$ $T_0 =$ $= \frac{80 \cdot 3}{0,6 \cdot 1581}$ $= 0,25 \text{ мин}$	1-2-3-4-5- 6-7-4-5-8- 9-4

	$L =$ $= 120 + 20$ $+ 5,77 + 140$ $= 285,77 \text{ мм}$ $l_{\text{вп}} = \frac{10}{\text{tg} 60^\circ}$ $= 5,77 \text{ мм}$ $T_0 =$ $= \frac{285,77 \cdot 12}{0,49 \cdot 315}$ $= 22,21 \text{ мин}$	1-2-3-4-5- 6-7-8-9-10- 11-12-13- 14-15
	$L =$ $= 72,5 + 60$ $+ 2 + 74,5$ $= 209 \text{ мм}$ $l_{\text{вп}} = \frac{2}{\text{tg} 45^\circ}$ $= 2 \text{ мм}$ $T_0 = \frac{209 \cdot 1}{1 \cdot 1350}$ $= 0,15 \text{ мин}$	1-2-3-4-5

	$ \begin{aligned} L &= \\ &= 62 + 0 \\ &+ 25 + 74 \\ &= 161 \text{ мм} \\ l_{\text{вр}} &= \frac{0,25}{\text{tg} 90^\circ} \\ &= 0 \text{ мм} \\ T_0 &= \\ &= \frac{161 \cdot 1}{0,5 \cdot 4000} \\ &= 0,08 \text{ мин} \end{aligned} $	1-2-3-4-5
	$ \begin{aligned} L &= \\ &= 25 + 45 \\ &+ 0 + 60,5 \\ &= 130,5 \text{ мм} \\ l_{\text{вр}} &= 0 \text{ мм} \\ T_0 &= \\ &= \frac{130,5 \cdot 1}{0,2 \cdot 7029} \\ &= 0,09 \text{ мин} \end{aligned} $	1-2-3-4-5

3.9.2 Расчет вспомогательного времени

Вспомогательное время для операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, измерение детали [11, стр. 197]

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{упр}} + T_{\text{изм}}$$

$T_{\text{уст}}$ – время на установку, мин

$T_{\text{упр}}$ – время на управление станком, мин

$T_{\text{изм}}$ – время на измерение детали, мин

1. Для токарной операции, подрезание торца

$$T_{\text{в}} = 0,13 + 0,04 + 0,15 = 0,32 \text{ мин}$$

2. Для токарной операции, точение поверхности

$$T_{\text{в}} = 0,13 + 0,05 + 0,15 = 0,33 \text{ мин}$$

3. Для сверлильной операции, сверлить насквозь

$$T_{\text{в}} = 0,13 + 0,02 + 0,15 = 0,3 \text{ мин}$$

4. Для токарной операции, точение поверхности

$$T_{\text{в}} = 0,13 + 0,09 + 0,15 = 0,37 \text{ мин}$$

5. Для расточной операции, расточить поверхность

$$T_{\text{в}} = 0,13 + 0,09 + 0,15 = 0,37 \text{ мин}$$

6. Для фрезерной операции, фрезерование шпоночного паза

$$T_{\text{в}} = 0,13 + 0,1 + 0,23 = 0,46 \text{ мин}$$

3.9.3 Расчет оперативного времени

Оперативное время складывается из основного и вспомогательного времени

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{в}}$$

1. Для токарной операции, подрезание торца

$$T_{\text{оп}} = 0,49 + 0,32 = 0,81 \text{ мин}$$

2. Для токарной операции, точение поверхности

$$T_{\text{оп}} = 0,25 + 0,33 = 0,58 \text{ мин}$$

3. Для сверлильной операции, сверлить насквозь

$$T_{\text{оп}} = 22,21 + 0,3 = 22,51 \text{ мин}$$

4. Для токарной операции, точение поверхности

$$T_{\text{оп}} = 0,15 + 0,37 = 0,52 \text{ мин}$$

5. Для расточной операции, расточить поверхность

$$T_{\text{оп}} = 0,08 + 0,37 = 0,45 \text{ мин}$$

6. Для фрезерной операции, фрезерование шпоночного паза

$$T_{\text{оп}} = 0,09 + 0,46 = 0,55 \text{ мин}$$

3.10 Выбор режущего инструмента

Учитывая выбранное оборудование, произведем выбор режущего инструмента:

1. Резец подрезной 2130-0153 BK8 ГОСТ 18884-73;
2. Резец проходной 2100-0017 BK8 ГОСТ 18878-73;
3. Сверло спиральное 2301-3627-A1 ГОСТ 10903-77;
4. Резец расточной 2141-0204 T15K6 ГОСТ 18883-73;
5. Фреза концевая 2220-0009 ГОСТ 17025-71.

3.11 Выбор технического оснащения

Для того, чтобы контролировать размеры, полученные в ходе выполнения технологических операций, необходимо использовать следующие измерительные инструменты:

1. Штангенциркуль цифровой –ШЦЦ-I-125 0,01 ГОСТ 166-89;
2. Микрометры для измерения внутренних диаметров DIN 863;
3. Биенметр для измерения радиального биения RPRP.

3.12 Расчет приспособления

Расчет сил зажима сводится к решению задачи статики на равновесие заготовки, находящейся под действием приложенных к ней внешних сил, а, также моментов, возникающих в результате действия этих сил (сил резания, зажима, веса, инерциальных сил, центробежных сил, реакции опор, сил трения). [11]

Заготовка установлена в и закреплена в трехкулачковом патроне. На заготовку действует крутящий момент $M_{рез}$, стремящийся повернуть ее вокруг оси, и осевая составляющая усилия резания P_x , направленная по оси и стремящаяся ее сдвинуть.

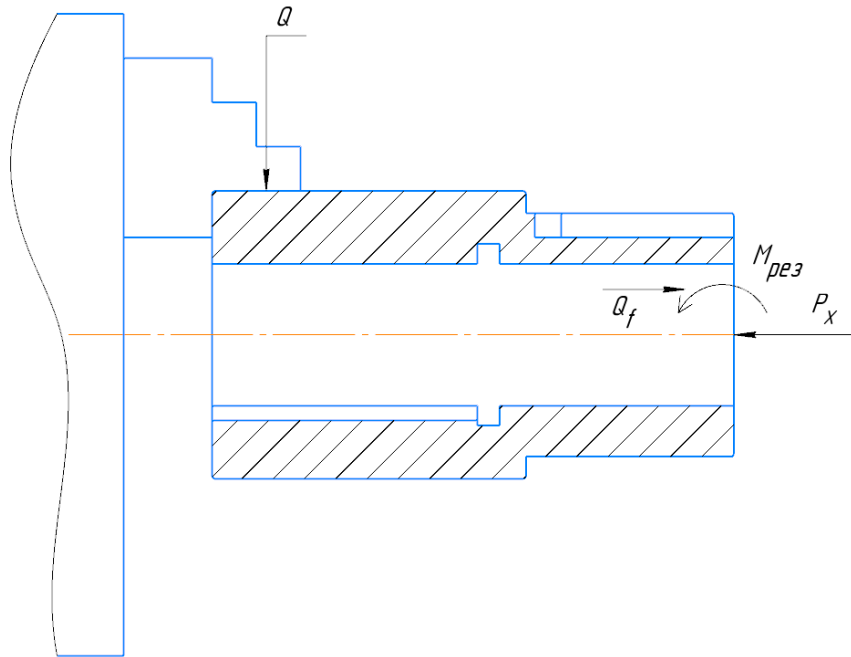


Рисунок 45 – Взаимодействие сил резания и сил зажима при установке

Сила резания определяется из равенства

$$Q_{сум} f R = k M_{рез}$$

$$Q_{сум} = \frac{k M_{рез}}{f R}$$

$$Q = \frac{Q_{сум}}{z}$$

$Q_{\text{сум}}$ – суммарная сила зажима всеми кулачками, Н;

f – коэффициент трения между поверхностями детали и кулачков;

R – радиус заготовки, мм;

k – коэффициент запаса;

$M_{\text{рез}}$ – момент силы резания, Нм;

Q – сила зажима, развиваемая одним кулачком, Н;

z – число кулачков, шт

$$Q_{\text{сум}} = \frac{4457,28 \cdot (1,5 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5)}{0,7 \cdot 32,5} = 851,68 \text{ Н}$$

$$Q = \frac{851,68}{3} = 283,89 \text{ Н}$$

3.13 Заключение

В результате выполнения технологической части проведен анализ технологичности детали, а именно:

1. У детали присутствуют повышенные технические требования: отклонения формы, расположения, точность размеров;
2. Материал детали Сталь 10;
3. Определен показатель материалоемкости, коэффициент унификации конструктивных материалов, коэффициент применяемости стандартизованных обрабатываемых поверхностей, коэффициент обработки поверхностей, коэффициент шероховатости поверхности.

В качестве заготовки выбран сортовой прокат и фасонный из углеродистой стали обыкновенного качества ГОСТ 535-88. Спроектирован технологический процесс изготовления детали «Переходник». Используя расчетно-аналитический метод проведен размерный анализ, после чего рассчитаны режимы резания. Выбрано оборудование – токарно-фрезерный станок СТХ Gamma 2000 ТС. Проведен расчет нормирования, рассчитано основное время, вспомогательное время и оперативное время для определенных переходов. Выбрано техническое оснащение, а, также, выбран режущий инструмент для станка. Также, проведен расчет приспособления, а именно – трехкулачкового патрона.

**«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ
И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Группа	ФИО
4A8B	Лаубган Константин Валерьевич

Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение Школа	Отделение машиностроения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов комплекса «Аэроцуп»: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Анализ конкурентных технических решений</i>	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения</i>	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. <i>Составление бюджета инженерного комплекса «Аэроцуп»</i>	Расчет бюджетной стоимости
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности</i>	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет ВКР
5. Основные показатели эффективности

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.12.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
------------------	------------	-----------------------------------	----------------	-------------

Доцент ОСГН ШБИП	Кащук Ирина Вадимовна	к.т.н доцент		28.02.22
---------------------	-----------------------	-----------------	--	----------

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А8В	Лаубган Константин Валерьевич		28.02.22

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Введение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Цель данной ВКР – создание мобильного комплекса для экспресс оценки и картирования загрязнений нефтью и нефтепродуктами донных отложений водных объектов.

4.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.2.1 Анализ конкурентных технических решений

В ходе исследования были рассмотрены две конкурирующие разработки для оценки, картирования и очистки загрязнений нефтью и нефтепродуктами:

1. Скиммеры нефтепродуктов;

2) Земснаряды.

Детальный анализ необходим, т.к. у каждого способа очистки присутствуют свои достоинства и недостатки. В таблице 4.1 показано сравнение разработок-конкурентов и разработки данного комплекса с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 13 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Актуальность исследования	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
2. Простота изготовления	0,14	4	3	2	0,56	0,42	0,28
3. Эффективность работы	0,18	4	4	5	0,72	0,72	0,9
4. Мобильность	0,14	5	4	3	0,7	0,56	0,28
5. Удобство при эксплуатации	0,09	5	5	4	0,45	0,45	0,36
6. Безопасность	0,09	5	5	5	0,45	0,45	0,45
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена сырья	0,12	4	4	2	0,48	0,48	0,24
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	4	3	4	0,24	0,18	0,24
3. Финансирование научной разработки конкурентных товаров и разработок	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
Итого	1	41	35	34	4,5	3,88	3,37

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum B \cdot B_i$$

где K – конкурентоспособность проекта; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

4.2.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон комплекса, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны комплекса и выявленные возможности и угрозы для реализации комплекса, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 4.2.

Таблица 14 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Низкая цена исходного сырья.	Сл1. Обучение персонала.
С2. Простота технологии.	Сл2. Вероятность получения брака.
С3. Сборно-разборная конструкция.	Сл3. Небольшое количество информации по технологии.
С4. Новейший подход в технологии.	
С5. Квалифицированный персонал.	
Возможности	Угрозы
В1. Использование оборудования ООО "ТриБоСС".	У1. Появление зарубежных аналогов.
В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.	У2. Нестабильная экономическая ситуация.
В3. Улучшение технологии путем дальнейшего исследования.	
В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность комплекса, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 15–18.

Таблица 15 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	-	-	-	+
	B2	+	-	+	-	-
	B3	+	+	-	-	-
	B4	-	+	+	+	-

Таблица 16 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	+	+	-
	B2	-	-	+
	B3	-	-	-
	B4	-	-	-

Таблица 17 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	Y1	-	+	+	-	-
	Y2	+	-	-	-	-

Таблица 18 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	-	+
	У2	-	-	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 19.

Таблица 19 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта С1. Низкая цена исходного сырья. С2. Простота технологии. С3. Сборно-разборная конструкция. С4. Новейший подход в технологии. С5. Квалифицированный персонал.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта Сл1. Обучение персонала. Сл2. Вероятность получения брака. Сл3. Небольшое количество информации по технологии.
Возможности В1. Использование оборудования ООО "ТриБоСС". В2. Появление потенциального спроса на новые разработки. В3. Улучшение технологии путем дальнейшего исследования. В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	Направления развития В1С5. За счет средств ООО «ТриБоСС» существует возможность создания сборно-разборной конструкции. В2С1С3. Из-за стоимости исходного сырья и сборно-разборной конструкции появляется потенциальный спрос на новые разработки. В3С1С2. Низкая цена исходного сырья и простоты технологии дадут старт для улучшения технологии путем дальнейшего исследования. В4С2С3С4. Простота технологии, сборно-разборная конструкция и	Сдерживающие факторы В1Сл1Сл2. Использование средств ООО «ТриБоСС» может помочь в обучении персонала и существенно снизить получение брака. В2Сл3. При появлении потенциального спроса на новые разработки, может появиться более актуальная информации по технологии.

	новейший подход в технологии появляется возможность внедрения конструкции на мировой рынок и экспорт за рубеж.	
Угрозы У1. Появление зарубежных аналогов. У2. Нестабильная экономическая ситуация.	Угрозы развития У1С2С3. Из-за уникальности конструкции, в виде сборно-разборной конструкции и простоты технологии, могут появиться зарубежные аналоги. У2С1. Нестабильная экономическая ситуация может увеличить начальную стоимость исходного сырья.	Уязвимости: У1Сл3. Появления различных аналогов раскроет индивидуальность проекта, технология будет распространяться.

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей разработке.

4.3 Планирование проекта по разработке комплекса

4.3.1 Структура работ в рамках проекта

Планирование выпускных квалификационных работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 20.

Таблица 20 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Руководитель
	2	Календарное планирование выполнения	Исполнитель, руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Формулирование содержания введения	Исполнитель
	4	Поиск и анализ аналогов разрабатываемого изделия	Исполнитель
	5	Разработка технологии изготовления детали	Исполнитель
	6	Выполнение проектных работ по разработке конструкции изделия	Исполнитель
	7	Формулирование содержания общего заключения	Исполнитель
	8	Итоговая оценка правильности выполнения работы	Исполнитель, руководитель
Оформление отчета	9	Составление пояснительной записки, презентации, плакатов и приложения	Исполнитель

4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении выпускной квалификационной работы часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (4.1)$$

где $t_{\text{ож}i}$ — ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{min}i}$ — минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{max}i}$ — максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (4.2)$$

где T_{pi} — продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{\text{ож}i}$ — ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

$Ч_i$ — численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (4.3):

$$T_{ki, \text{инж}} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4.3)$$

где T_{ki} — продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (4.4)$$

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

Расчеты временных показателей проведения выпускной квалификационной обобщены в таблице 21.

Таблица 21 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		t_{oji} , чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	-	5	-	3,2	-	3,2	5
2. Календарное планирование выполнения ВКР	2	2	5	5	3,2	3,2	3,2	5
3. Формулирование содержания введения	-	16		42	-	26,4	26,4	39

4. Поиск и анализ аналогов разрабатываемого изделия	-	28	-	40	-	32,8	32,8	48
5. Разработка технологии изготовления детали	-	15	-	23	-	18,2	18,2	27
6. Выполнение проектных работ по разработке конструкции изделия	-	14	-	21	-	16,8	16,8	25
7. Формулирование содержания общего заключения	-	2	-	5	-	4,2	4,2	6
8. Итоговая оценка правильности выполнения работы	2	2	5	5	4,2	4,2	4,2	6
9. Составление пояснительной записки, презентации, плакатов и приложения	-	61	-	75	-	66,6	66,6	98
Итого:	6	140	15	216	14,44	172,2	176	259

Примечание: Исп. 1 – руководитель, Исп. 2 –исполнитель

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения комплекса с использованием диаграммы Ганта (таблица 22).

Таблица 22 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность работ																	
				дек			янв			фев			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп 1	9																		
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп 1 Исп 2	5		 																
3	Формулирование содержания введения	Исп 2	5																		
4	Поиск и анализ аналогов разрабатываемого изделия	Исп 2	9																		
5	Разработка технологии изготовления детали	Исп 2	24																		
6	Выполнение проектных работ по разработке конструкции изделия	Исп 2	27																		
7	Формулирование содержания общего заключения	Исп 2	21																		
8	Итоговая оценка правильности выполнения работы	Исп 1 Исп 2	6															 			

№	Вид работ	Исп	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность работ																	
				дек			янв			фев			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
9	Составление пояснительной записки, презентации, плакатов и приложения	Исп 2	6																		

Примечание:



– Исп. 1 (руководитель),



– Исп. 2 (исполнитель)

4.4 Бюджет проектной работы

При планировании бюджета исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты выпускной квалификационной работы;
- затраты на специальное оборудование;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.4.1 Расчет материальных затрат

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при проектировке комплекса «Аэрошуп». Результаты расчета затрат представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Затраты на получение комплекса

Наименование статей	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Итого затраты, руб.
Аккумулятор свинцовые DEKA DC31 DT	шт.	1	19600	19600
Компрессор Парма К-750/9KM	шт.	1	10063	10063
Кнопка Alphacool Powerbutton Chrome	шт.	1	3699	3699

Пневмотруба алюминиевая Ainger Infinity	м.	3	5000	15000
Комплект быстроразъемных соединений Sata	шт.	1	3186	3186
USB контроллер ORIENT VA- 3U5219PE	шт.	1	3699	3699
Соединительный кабель Партнер- электро ШВВП 2х0,75	М.	3	440	1320
Планшет Honor Pad V6	шт.	1	25999	25999
Набор инструментов РОКОТ 736-121	шт.	1	5825	5825
Кейс	шт.	1	32000	32000
Каркас	шт.	1	25000	25000
Итого:				145391

4.4.2 Расчет амортизации специального оборудования

При выполнении выпускной квалификационной работы использовался ноутбук – Lenovo Legion Y520 и принтер лазерный – Xerox Phaser 3052NI. Срок полезного использования данного ноутбука по паспорту составляет 3 года.

Таблица 24 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол- во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Lenovo Legion Y520	1	3	55	55
2	Принтер лазерный Xerox Phaser 3052NI	1	3	15	15
Итого		70 тыс. руб.			

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где n – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m,$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

m – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Рассчитаем норму амортизации для принтера лазерного, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Амортизационные отчисления для ноутбука находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot 3 = \frac{0,33 \cdot 55.000}{12} \cdot 3 = 4537 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления для принтера лазерного находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot 3 = \frac{0,33 \cdot 15.000}{12} \cdot 3 = 1237 \text{ руб.}$$

Итоговая амортизация:

$$A = A_{\text{ноут}} + A_{\text{прин}} = 4.537 + 1.237 = 5774 \text{ руб.}$$

4.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата исполнителя и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $З_{осн}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p,$$

где $З_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 4.9).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_0} = \frac{51285 \cdot 10,3}{246} = 2147,3 \text{ руб.},$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.; F_0 – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 28 раб. дня – $M = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;
- при отпуске в 56 раб. дней – $M = 10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя исполнителя):

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_0} = \frac{33150 \cdot 11,2}{213} = 1743,1 \text{ руб.}.$$

Должностной оклад работника за месяц:

- для руководителя:

$$З_m = З_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_o) k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.}$$

- для исполнителя:

$$З_m = З_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_o) k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.},$$

где $З_{мс}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.; k_{np} – премиальный коэффициент, равен 0,3; k_{∂} – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2; k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 25 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	52/14	104/14
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48/5	24/10
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 26 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$З_{мс}, руб$	k_{np}	k_{∂}	k_p	$З_{м}, руб$	$З_{\partial н}, руб$	$T_p, раб.дн.$	$З_{осн}, руб$
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	14,44	31002
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	172,2	300144
Итого:								331146

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,15 \cdot 31002 = 4650 \text{ руб.}$$

– для исполнителя:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,15 \cdot 300144 = 45021 \text{ руб.}$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

4.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{внеб} = k_{внеб}(З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (31002 + 4650) = 10695 \text{ руб.}$$

– для исполнителя:

$$З_{внеб} = k_{внеб}(З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (45021 + 300144) = 103549 \text{ руб.}$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ)

4.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: телефонные расходы, электроэнергия, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Таблица 27 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов
5774	145391	331146	49671	114244	646226

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{np},$$

где k_{np} – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости мобильного комплекса «Аэрошуп» по форме, приведенной в таблице 28. В таблице также представлено определение бюджета затрат двух конкурирующих проектов.

Таблица 28 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
		Текущий Проект	Исп.2	Исп.3	
1	Материальные затраты	145391	380000	7500000	Пункт 4.2.3.1
2	Затраты на специальное оборудование	5774	124000	341000	Пункт 4.2.3.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	331146	331146	331146	Пункт 4.2.3.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	49671	49671	49671	Пункт 4.2.3.3
5	Отчисления во внебюджетные фонды	114244	114244	114244	Пункт 4.2.3.4
6	Накладные расходы	25618	39962	333442	Пункт 4.2.3.5
Бюджет затрат		671934	1039023	8669503	Сумма ст. 1- 6

4.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве аналогов мобильного комплекса «Аэрошуп» рассмотрены:

- 1) скиммер нефтепродуктов;
- 2) земснаряд.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{ri} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 671934$ руб, $\Phi_{\text{исп.2}} = 1039023$ руб, $\Phi_{\text{исп.3}} = 8669503$ руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{тек.пр.}} = \frac{\Phi_{\text{тек.пр.}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{671934}{8669503} = 0,07$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{1039023}{8669503} = 0,11$$

$$I_{\text{фин р}}^{\text{исп 3}} = \frac{\Phi_{\text{исп.3}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{8669503}{8669503} = 1$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 1 (текущий проект) с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения выпускной квалификационной работы (I_{pi}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 29).

Таблица 29 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Безопасность при использовании установки	0,15	5	5	4
2. Стабильность работы	0,2	5	4	4
3. Технические характеристики	0,2	5	4	4
4. Производительность	0,3	4	4	5
5. Время работы	0,15	4	3	5
ИТОГО	1	4,55	4	4,65

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$l_{p1} = 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,15 = 4,55$$

$$l_{p2} = 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,3 + 3 \cdot 0,15 = 4$$

$$l_{p3} = 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,15 = 4,65$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр}}.$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,55}{0,07} = 65$$

$$I_{исп.2} = \frac{4}{0,11} = 36,3$$

$$I_{исп.3} = \frac{4,65}{1} = 4,65$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого аналога сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 30).

Таблица 30 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,07	0,11	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,55	4	4,65
3	Интегральный показатель эффективности	65	36,3	4,65
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,55	0,07

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 1 (текущий проект). Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

4.6 Заключение

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации мобильного комплекса «Аэрощуп» как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с проектами.

2. В ходе планирования для руководителя и исполнителя был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество дней для выполнения работ составляет 136 дней; общее количество дней, в течение которых работал исполнитель, составляет 112 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 14 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 671934 руб;

4. Результат оценки эффективности показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя составляет 0,07, что является показателем того, что является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности составляет 4,55, по сравнению с 4 и 4,65;

3) значение интегрального показателя эффективности составляет 65, по сравнению с 36,3 и 4,65, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, которое рассмотрено, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа		ФИО	
4А8В		Лаубган Константин Валерьевич	
Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение (НОЦ)	Отделение машиностроения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка мобильного комплекса «Аэрошуп»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение - Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. - Описание рабочей зоны (рабочего места) при эксплуатации	Объект исследования: экспресс исследование и картирование загрязнений нефтью и нефтепродуктами донных отложений водных объектов Область применения: исследование, картирования и очистки от загрязнений нефтью и нефтепродуктами донных отложений Рабочая зона полевые условия Размеры помещения: 3 x 2 метра Количество и наименование оборудования рабочей зоны: кейс, модуль генерации энергии, модуль исполнительный, модуль управления, планшет, комплект ЗИП Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: исследование, очистка
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации: - 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 (ред. от 27.12.2018) - ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. - ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. - ГОСТ Р 50923-96 Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения. - ГОСТ EN 894-3-2012 Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 3. Органы управления. - ГОСТ 21753-76 Система «человек-машина». Рычаги управления. Общие эргономические требования.
2. Производственная безопасность при эксплуатации: Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	Вредные производственные факторы: - превышения уровня шума - превышения уровня вибрации - изменения показателей микроклимата Опасные производственные факторы: - подвижные части оборудования - возможность поражения электрическим током Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: - комплект ЗИП - комплект спецодежды - комплект медицинской аптечки - комплект спасательных жилетов

3. Экологическая безопасность при эксплуатации	Воздействие на литосферу - загрязнение почвы при утилизации компонентов Воздействие на гидросферу – загрязнение воды маслами (при использовании химических реагентов) Воздействие на атмосферу - негативное влияние на гидросферу при производстве компонентов
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	Возможные ЧС: возгорание, пожар, цунами, наводнение Наиболее типичная ЧС: наводнение
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
13.12.2021	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Черемискина Мария Сергеевна			28.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A8B	Лаубган Константин Валерьевич		28.02.2022

5. Социальная ответственность

5.1 Введение

Мобильный комплекс «Аэрошуп» предназначен для исследования, картирования и очистки загрязнений нефти и нефтепродуктами донных отложений водных объектов. Основной областью применения является использования комплекса «Аэрошуп» в качестве очистки загрязнений нефти и нефтепродуктов донных отложений, находясь в акватории. В основном, комплекс планируется использовать в разгрузочных портовых пунктах. Однако, комплекс также можно использовать для очистки озер, рек, водохранилищ и морей.

Мобильный комплекс «Аэрошуп» является небольшим судном, размерами 3 метра в длину и 2 метра в ширину. В качестве рабочего места в комплексе есть кабина, в которой расположены все основные модули, а именно, модуль генерации энергии, модуль исполнительный, модуль управления. Информации по состоянию выводится через планшет.

5.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Специальная оценка условий труда является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса, оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти гигиенических нормативов условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников [20].

Персонал, работающий на комплексе «Аэрошуп» можно отнести к допустимым условиям труда (2 класс). [21].

Согласно трудовому кодексу РФ и федеральному закону РФ для работников предусматривается:

1. Продолжительность рабочего времени. Для работников, занятых на работах с опасными и (или) вредными условиями труда, работодатель обязан установить сокращенную продолжительность рабочего времени – не более 36 часов в неделю (ст. 92 ТК РФ);
2. Оплата труда. Оплата труда в вредных условиях производится в повышенном размере (ст. 146 ТК РФ);
3. Медицинские осмотры и обследования. Для работников, занятых на вредных условиях труда предусмотрены обязательные и периодические медицинские осмотры и обследования (ст. 213 ТК РФ).;
4. Льготная пенсия. Для работников, занятых на работах с вредными условиями труда предусматривается выплата льготных пенсий. (ст. 27 ФЗ 173 «О трудовых пенсиях в Российской Федерации).

Во время работы, работник может как занимать сидячее положение, так и стоячее. Во время работы, рабочее место должно быть согласовано требованиям:

1. Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы [22];
2. Рабочее место должно обеспечивать выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля [23];
3. Рабочее место с дисплеем должно обеспечивать оператору возможность удобного выполнения работ в положении сидя и не создавать перегрузки костно-мышечной системы [24];

4. Разделение задач между оператором и оборудованием должно проводиться при конструировании оборудования в соответствии с ГОСТ Р ЕН 614-1-2003 и ГОСТ ЕН 894-1-2012 [25];

5. Минимальная длина свободной части рычага управления в любом его положении должна быть не менее 50 мм - для захвата пальцами и 150 мм - для захвата всей кистью [26];

5.3 Производственная безопасность при эксплуатации

Эксплуатация комплекса «Аэрощуп» осуществляется работниками с кабины. Перечень опасных и вредных факторов, которые могут возникать при эксплуатации комплекса «Аэрощуп» представлен в таблице 31.

Таблица 31 – Возможные вредные и опасные факторы

Факторы	Нормативные документы
1. Превышения уровня шума	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [27]
2. Превышения уровня вибрации	ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования [28]
3.Изменения показателей микроклимата	СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [29]
4.Подвижные части оборудования	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. [30]
5.Возможность поражения электрическим током	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. [31]

5.3.1 Превышения уровня шума

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты [27].

Главными источниками шума в комплексе «Аэрошуп» являются три модуля: 1) модуль генерации энергии; 2) модуль исполнительный; 3) модуль управления. Основными мерами по борьбе с шумом во время эксплуатации является его распространение по открытой акватории. Снизить уровень шума можно за счет своевременным ремонтом, смазкой и балансировкой оборудования.

В состав модуля генерации энергии входит компрессор. Воздушные компрессоры выдают шум примерно до 75 Гц. По таблице 32, категория тяжести труда относится к тяжелому труду II степени.

Таблица 32 – Допустимый уровень шума

Категория напряженности	Категория тяжести трудового процесса				
Трудового процесса	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	Тяжелый труд I степени	Тяжелый труд II степени	Тяжелый труд III степени
Напряженность легкой степени	80 Гц	80 Гц	75 Гц	75 Гц	75 Гц
Напряженность легкой степени	70 Гц	70 Гц	65 Гц	65 Гц	65 Гц

5.3.2 Превышения уровня вибрации

Задачей обеспечения вибрационной безопасности является предотвращение условий, при которых воздействие вибрации могло бы привести к ухудшению состояния здоровья работников, в том числе к профессиональным заболеваниям, а также к значительному снижению комфортности условий труда [28].

Главными источниками вибрации во время эксплуатации комплекса «Аэрошуп» являются: 1) модуль исполнительный; 2) модуль управления. Основными мерами борьбы с вибрацией – использование вибрационных опор, прокладок, резиновых уплотнений, которые установлены в комплексе.

Таблица 33 – Предельно допустимые значения производственной локальной вибрации

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям X_L , Y_L , Z_L			
	виброускорения		виброскорости	
	м/с ²	Дб	м/с · 10 ⁻²	Дб
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,8	129	1,4	109
63	5,6	135	1,4	109
125	11	141	1,4	109

5.3.3 Изменения показателей микроклимата

Микроклимат производственных помещений - это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм

человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей.

Поскольку эксплуатация комплекса «Аэрошуп» происходит на открытой акватории, микроклимат рабочего места будет напрямую зависеть от внешних факторов. Предусматривается обшивка теплоизоляционными материалами.

Описанная работа относится к категории Iб с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 140-174 Вт). Iб (энергозатраты 140-174 Вт) [29].

Таблица 34 - Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
Теплый	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1

5.3.4 Подвижные части оборудования

Производственное оборудование должно обеспечивать безопасность работающих при монтаже (демонтаже), вводе в эксплуатацию и эксплуатации как в случае автономного использования, так и в составе технологических комплексов при соблюдении требований (условий, правил), предусмотренных эксплуатационной документацией [30]. К подвижной части оборудования в комплексе относится модуль исполнительный. Исполнительный модуль включает в себя: погружной модуль, спуско-подъемное устройство,

пневмомагистрали. Исполнительный модуль представляет собой сборно-разборную конструкцию.

Конструкция исполнительного модуля соответствует общим требованиям безопасности подвижных частей оборудования. Материалы конструкции не оказывают опасное или вредное воздействие на организм человека. Элементы конструкции не имеют острых углов, кромок, заусенцев и поверхностей с неровностями. Все элементы конструкции, работающие за счет пневмосистем, расположены так, чтобы предотвратить их случайное повреждение работающими. Система управления включает в себя экстренное торможение и аварийный останов.

5.3.5 Возможность поражения электрическим током

Электробезопасность – организационные и технические мероприятия и средства, которые обеспечивают защиту рабочего персонала от опасного воздействия электрического тока [31].

По причине того, что комплекс расположен на поверхности воды, присутствует сырость (влажность более 75%). Таким образом, в отношении опасности поражения людей электрическим током, комплекс «Аэрошуп» относится к II классу - помещения с повышенной опасностью.

Таблица 35 – Граничные значения напряжения

Категория помещения	ПУЭ п. 1.7.33
Без повышенной опасности	≥ 380 В переменного тока
	≥ 440 В постоянного тока
С повышенной опасностью, особо опасные и наружные электроустановки	> 42 В переменного тока
	> 110 В постоянного тока

Для того, чтобы обеспечить защиту, от возможности случайного прикосновения к токоведущим частям, принимаются следующие меры: а)

защитные ограждения; б) изоляция токоведущих частей; в) защитные оболочки; г) знаки безопасности, предупредительную сигнализацию.

Работу с электрооборудованием и электрическими приборами, которые находятся под напряжением, нужно выполнять с использованием электрозащитных средств, например, галоши, коврики, диэлектрические резиновые перчатки, разного рода изолирующие подставки.

Таблица 36 – Допустимые напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при неаварийном режиме

Род тока	U, В	I, мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2	0,3
Переменный, 400 Гц	3	0,4
Постоянный	8	1

Таблица 37 – Допустимые напряжения прикосновения и токов при аварийном режиме

Род тока	Нормируемая величина	Предельно допустимые значения, не более, при продолжительности воздействия тока t, с											
		0,01 - 0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	Св. 1
Переменный, 50 Гц	U, В I, мА	550 650	340 400	160 190	135 160	120 140	105 125	95 105	85 90	75 75	70 65	60 50	20 6
Постоянный	U, В I, мА	600	500	400	350	300	250	240	230	220	210	200	40 15

5.3.6 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

Все работники комплекса «Аэрощуп» обязаны строго знать и соблюдать правила техники безопасности. Обучение работников техники безопасности проходит два раза. Первый раз – вводный инструктаж, второй раз происходит уже на рабочем месте.

Для защиты от опасных и вредных факторов предусматривается выдача специализированные средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов.

1. Комплект ЗИП. Выдается в качестве быстрой смены оборудования, или починки его в критических случаях;
2. Комплект спецодежды. Каждому работнику выделяется отдельная специальная одежда, для обеспечения максимальной безопасности;
3. Комплект медицинской аптечки. Во время эксплуатации на комплексе, в обязательном порядке выдается медицинская аптечка;
4. Комплект спасательных жилетов. При чрезвычайных происшествия во время эксплуатации, в обязательном порядке выдается комплект спасательных жилетов.

5.4 Экологическая безопасность

Защита литосферы [32]. Составные части комплекса можно отнести к III классу отходов (умеренно опасные отходы) [33]. Переработка происходит на современном оборудовании. Данное оборудование позволяет полностью или в максимальной мере устранить химическую активность.

Защита гидросферы. Комплекс «Аэрощуп» работает за счет пневмопривода, что в свою очередь наносит минимальный вред экологии. Однако, вместо сжатого воздуха, можно также использовать химические реагенты. Химические реагенты растворяются в воде, но при этом наносят

минимальные вред экологии. При использовании химических реагентов для очистки загрязнений нефтью и нефтепродуктами донных отложений, в дальнейшем нужно принять ряд мероприятий, которые позволят избавиться от остаточных химических соединений. [34].

Воздействие на атмосферу. Производство составных частей комплекса происходит на предприятиях, в результате чего происходят выбросы углекислого газа в атмосферу. Большинство заготовок производят на заготовительных цехах. Для минимизации воздействия на атмосферу, проводят ряд мероприятий [35].

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.5.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут произойти на рабочем месте

Возгорание – начало горения материала под действием источника зажигания с температурой выше температуры самовозгорания или температуры самовоспламенения и с достаточной энергией зажигания [36].

Возможной причиной возгорания может стать короткое замыкание. Короткое замыкание может произойти из-за повреждения проводки модуля генерации энергии. Также, причиной короткого замыкания может стать повышенная влажность, следовательно, происходит разрушение изоляции.

Пожар – это неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства. Пожар является самой частой глобальной чрезвычайной ситуацией. Пожар может возникнуть в модуле генерации энергии. Работник может нарушить меры пожарной безопасности, или использовать неисправный модуль генерации энергии. Другой причиной пожара может стать халатное отношение работника с всплывающими нефтепродуктами, находящимися на поверхности воды.

Цунами - это опасное природное явление, представляющее собой морские волны, возникающие главным образом в результате сдвига вверх или вниз протяженных участков морского дна при подводных и прибрежных землетрясениях [37]. Главной причиной большинства цунами являются землетрясения, которые проходят под водой. Цунами могут образоваться при землетрясении любой силы. Однако, наибольшая сила у тех цунами, которые возникли по причине сильных землетрясений, магнитуда которых достигает более 7.

5.5.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действий в случае возникновения ЧС

При эксплуатации комплекса «Аэрощуп», наиболее типичной чрезвычайной ситуацией является наводнение. Наводнение - значительное затопление местности в результате подъема уровня воды в реке, озере или море в период снеготаяния, ливней, ветровых нагонов воды, при заторах, зажорах и т.п. [37]. Наводнения является самым популярным стихийным бедствием по числу причиняемого ущерба и по числу жертв. Меры, которые позволяют защититься от наводнения могут быть как оперативными – срочными, так и техническими – предупредительные.

К оперативным мерам относят своевременное прогнозирование максимальных уровней наводнения и своевременное оповещение. Главное условие организации защиты от последствий наводнения – прогнозирование. Для того, чтобы прогнозировать ближайшее наводнения используют гидрологический прогноз.

К техническим мерам относят в основном предупредительный характер. Технические меры различают на активные и пассивные. К активным относят: а) отвод паводковых вод; б) регулирование поверхностного стока на водосборах; в) регулирование стока в русле рек. К пассивным относят: а) увеличение пропускной способности речного русла; б) ограждение

территорий дамбами; в) агролесомелиорация; г) повышение отметок защищаемых территорий.

При возникновении чрезвычайной ситуации, первым делом нужно получать правильную новейшую информацию. Нужно обеспечить безопасность, для этого, нужно прекратить выполнение работы, повернуть комплекс «Аэрощуп» и держать курс на берег. Затем, покинуть побережье и укрыться в более возвышенных местах, или укрыться в специальных зданиях эвакуации при цунами.

5.6 Заключение

Опираясь на проведенный анализ правовых и организационных вопросов обеспечения безопасности, производственной безопасности при эксплуатации, экологической безопасности, безопасности в чрезвычайных ситуациях, был установлен комплекс мер для сведения к минимуму влияния всех этих факторов на здоровье и жизнь человека. Комплекс мер выглядит следующим образом:

1. Персоналу, работающему на мобильном комплексе «Аэрощуп» присваиваются допустимые условия труда (2 класс).
2. Основными мерами борьбы с превышением уровня шума является открытая территория, на которой находится комплекс «Аэрощуп», своевременный ремонт, своевременная смазка, а также, балансировка оборудования.
3. Основными мерами борьбы с превышением уровня вибрации является использование вибрационных опор, прокладок, резиновых уплотнений.
4. Работникам комплекса «Аэрощуп» присваивается категория Ib (до 140-174 Вт).
5. В отношении опасности поражения электрическим током, комплекс «Аэрощуп» относится к II классу – помещения с повышенной опасностью.

6. Воздействие на экологию: а) воздействие на литосферу происходит при утилизации компонентов комплекса; б) воздействие на гидросферу – крайне мало; в) воздействие на атмосферу – негативное влияние при производстве компонентов.

7. Для предотвращения чрезвычайных ситуаций на мобильном комплексе «Аэрошуп» регулярно проводится инструктаж с ответственными лицами, а также проводится аттестация, для присвоения квалификации.

6. Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы, был разработан мобильный комплекс «Аэрошуп». Мобильный комплекс «Аэрошуп» предназначен для очистки, картирования и исследования нефти и нефтепродуктов донных отложений. Были рассмотрены различные виды загрязнения гидросферы, причины их возникновения и возможности очистки. Рассмотрены различные механизмы, которые позволяют очищать гидросферу от данного рода загрязнений. Рассмотрен принцип работы каждого механизма, составлена сравнительная таблица, где выделены плюсы и минусы каждого.

В проектной части разработан состав комплекса, компоновочное решение, пневматическая схема и принципиальная схема. Проведен подбор необходимого оборудования для комплекса. На основе всех схем создана 3D модель основного модуля и исполнительного модуля. Проведены статические расчеты и расчеты аэратора.

В технологической части проведен анализ технологичности конструкции детали, разработан технологический маршрут, размерный анализ и рассчитаны режимы резания. Подобрано оборудование, проведено нормирование. Выбран режущий инструмент, технического оснащение и рассчитано приспособление.

В финансовом менеджменте проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности исследования. Проведен SWOT-анализ, проведено планирование проекта по разработке. Также, составлен бюджет разработки.

В социальной ответственности рассмотрены возможные опасные и вредные факторы при эксплуатации комплекса. Приведены правовые и организационные вопросы, рассмотрена экологическая безопасность и безопасность в чрезвычайных ситуациях.

7. Список литературы

1. Защита гидросферы / автор статьи Пестов Сергей. – URL: https://www.edu.severodvinsk.ru/after_school/obl_www/2013/work/pestov/hydrosphere_protection.html (дата обращения 12.03.2022)
2. Как осуществляется очистка сточных вод от нефтепродуктов? / автор статьи Владимир Хомутко. – Текст: электронный. – URL: <https://neftok.ru/raznoe/ochistka-stochnyh-vod-ot-nefteproduktov.html> (дата обращения 12.03.2022)
3. Д.А. Арчибисов, Е.В. Касперович, М.С. Лякишев, О.Е. Петренко, В.А. Швецов. Обзор существующих устройств отбора проб донных отложений: научная статья по специальности «Науки о Земле и смежные экологические науки». – Петропавловск Камчатский, 2012. – 5с.
4. И.П. Слободяник. Установка для подборки с поверхности воды насыщенных нефтью сорбентов: патент. – Краснодар, 1990. – 4с. RU2084584C1
5. Скиммеры нефти и нефтепродуктов / ИНТЕХ ГмбХ. Текст: электронный – URL: https://www.edu.severodvinsk.ru/after_school/obl_www/2013/work/pestov/hydrosphere_protection.html https://intech-gmbh.ru/oil_skimmers/ (дата обращения 16.03.2022)
6. Земснаряд: устройство и принцип работы / Гидромеханизация. Текст: электронный – URL: <https://gmhm.ru/about/news/zemsnaryad-ustroystvo-i-princip-raboty> (дата обращения 16.03.2022)
7. Плавающий эскаватор амфибия Waterking / WATERKING. Текст: электронный – URL: <https://clck.ru/qbLdU> (дата обращения 16.03.2022)
8. Аккумуляторные батареи. Виды и устройства. Особенности / Электросам.ру. Текст: электронный – URL:

<https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrooborudovanie/jelektropitanie/akkumuliatorny-e-batarei/> (дата обращения 07.04.2022)

9. Классификация компрессоров: типы и конструктивные различия компрессорных установок / КОМАХ. Текст: электронный – URL: <https://novatecs.ru/articles/vse-pro-kompressornoe-oborudovanie/klassifikatsiya-kompressorov-tipy-i-konstruktivnye-razlichiya-kompressornykh-ustanovok/>

<https://www.delta-battery.ru/catalog/delta-gel/delta-gel-12-26/> (дата обращения 07.04.2022)

10. Festo Terminal – новое слово в автоматизации / ООО «ФЕСТО-РФ». Текст: электронный – URL: <https://controleng.ru/apparatnye-sredstva/pnevmatika/festo-motion-terminal/> (дата обращения 10.04.2022)

11. Аэрация воды и воздуха: виды аэрирования и принцип их действия / Промышленный вакуум и оборудование. Текст: электронный – URL <https://mvdrb.ru/aehraciya-vody-i-vozduha-vidy-aehirovan/> (дата обращения 14.04.2022)

12. Машиностроительный комплекс России – современные проблемы / автор статьи Беликова Ирина. Текст: электронный – URL: <https://kupuk.net/uroki/geografiya/mashinostroitelnyi-kompleks-rossii-sovremennye-problemy-tablica-dlia-9-klassa/> (дата обращения 22.04.2022)

13. В.К. Шаталов. Оценка технологичности конструктивных форм деталей, изготавливаемых обработкой резанием: учебно-методические пособие: Калуга, 2019. – 24 с.

14. А.В. Гропянов, Н.Н. Ситов, М.Н. Жукова; ВШТЭ СПбГУПТД. Выбор заготовки, оформление чертежа заготовки: методические указания: Санкт-Петербург, 2017. – 22 с.

15. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Справочник технолога машиностроителя. Т1. М.: Машиностроение, 1985.-1152 с.: ил.

16. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Справочник технолога машиностроителя. Т2. М.: Машиностроение, 1985.-1152 с.: ил.
17. СТХ gamma 2000 ТС / Рубикон ООО. Текст: электронный – URL: http://stanki-katalog.ru/sprav_ctx_gamma2000tc.htm (дата обращения 25.05.2022)
18. Нормирование технологических процессов / Основы технологии машиностроения. Текст: электронный – URL: http://osntm.ru/normir_tpr.html (дата обращения 02.05.2022)
19. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск, «Вышэйш школа», 1975-288с.: ил.
20. Трудовой кодекс Российской Федерации, Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»
21. Федеральный закон от 28.12.2013 N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда"
22. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования
23. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования
24. ГОСТ Р 50923-96 Дисплей. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения
25. ГОСТ EN 894-3-2012 Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 3. Органы управления
26. ГОСТ 21753-76 Система «человек-машина». Рычаги управления. Общие эргономические требования
27. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности

28. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования
29. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"
30. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности
31. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов
32. ГОСТ Р 53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов»
33. ст. 4.1. федерального закона №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»
34. ГОСТ 17.1.3.13-86 Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения
35. ГОСТ Р 56267-2014/ISO/TR 14069:2013 Определение количества выбросов парниковых газов в организациях и отчетность. Руководство по применению стандарта ИСО 14064-1
36. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ, изд. /Под ред. А.Н. Баратова и А.Я. Корольченко. В 2-х кн. М.,1990
37. ГОСТ Р 22.0.01-2016. Безопасность в ЧС. Основные положения

Приложение А

Информационные карточки

Лицевая сторона			
Нефть и нефтепродукты донных отложений	Классификация комплексов для очистки	Донные отложения	Машина для сбора разливов нефти
Sullivan II, Мурон, Амфибиозная система и аппаратура для сбора разливов нефти, 2010 год, стр. 9			
1		WO 2010/142026 A1	
Самоходное транспортное средство оснащено оборудованием для сбора и отделения песка, ила, мелких камней и жидких углеводородов с поверхности пляжа, илистой отмели, берега реки или любой прибрежной среды. Гусеничная машина снабжена всасывающим устройством, приспособленным для сбора песка, ила или других твердых частиц вместе с жидкими углеводородами и водой с поверхности земли или воды и подачи их к сепаратору жидких углеводородов и воды			
Оборотная сторона			
1. Реферат			
2. Принцип работы			

Лицевая сторона			
Нефть и нефтепродукты донных отложений	Классификация комплексов для очистки	Донные отложения	Машина для сбора разливов нефти
Амфибиозная машина для сбора разливов нефти, 1985 год, стр. 9			
2		WO85/05644	
Амфибиозная автономная машина для сбора разливов нефти, имеющая шасси, приводимое в движение по земле передними и задними катками. Машина может опускаться в воду с помощью поплавков, регулируемых гидроцилиндрами для контроля глубины. Эксплуатация возможна на мелководье, на пляжах			
Оборотная сторона			
1. Реферат			
2. Принцип работы			

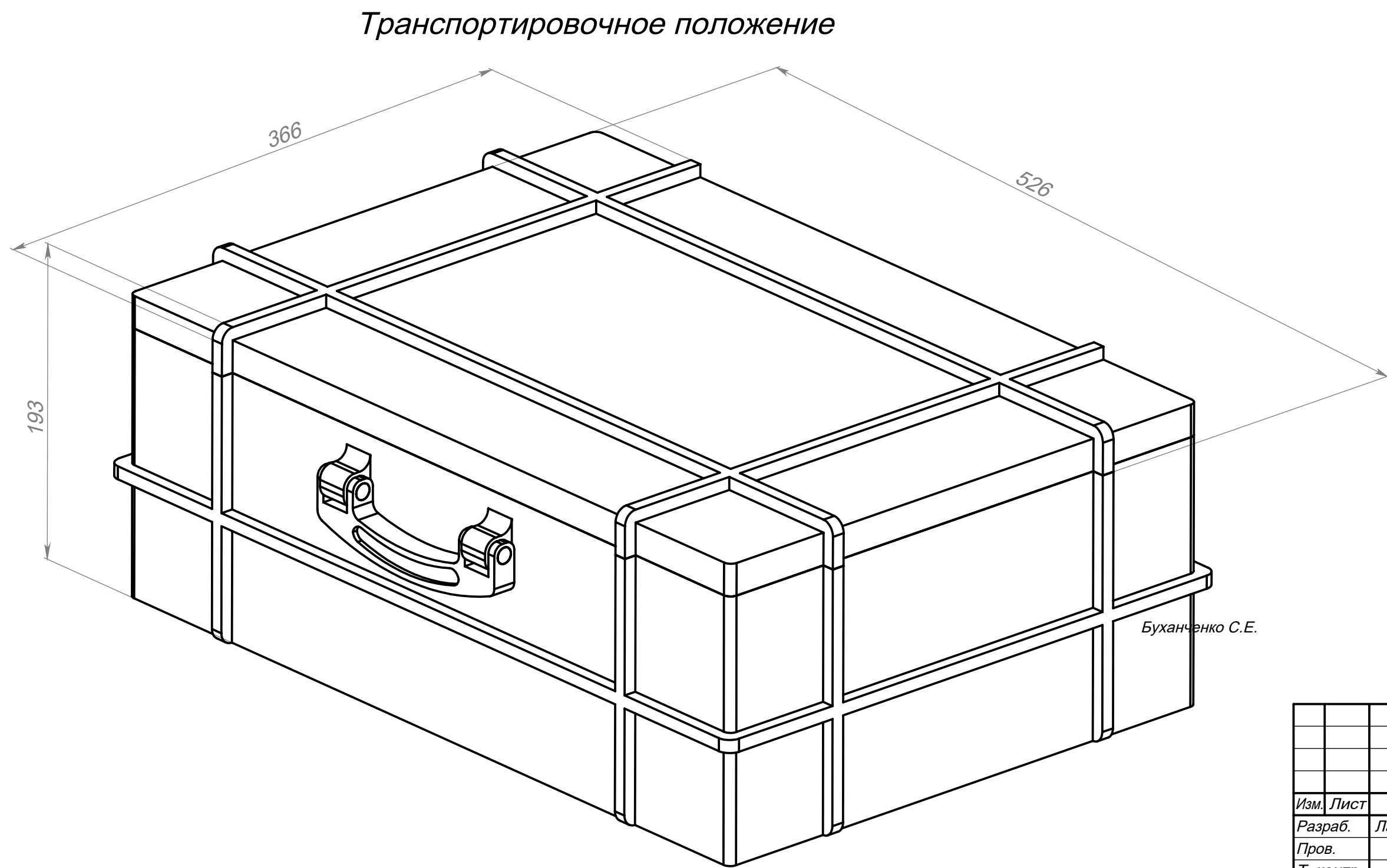
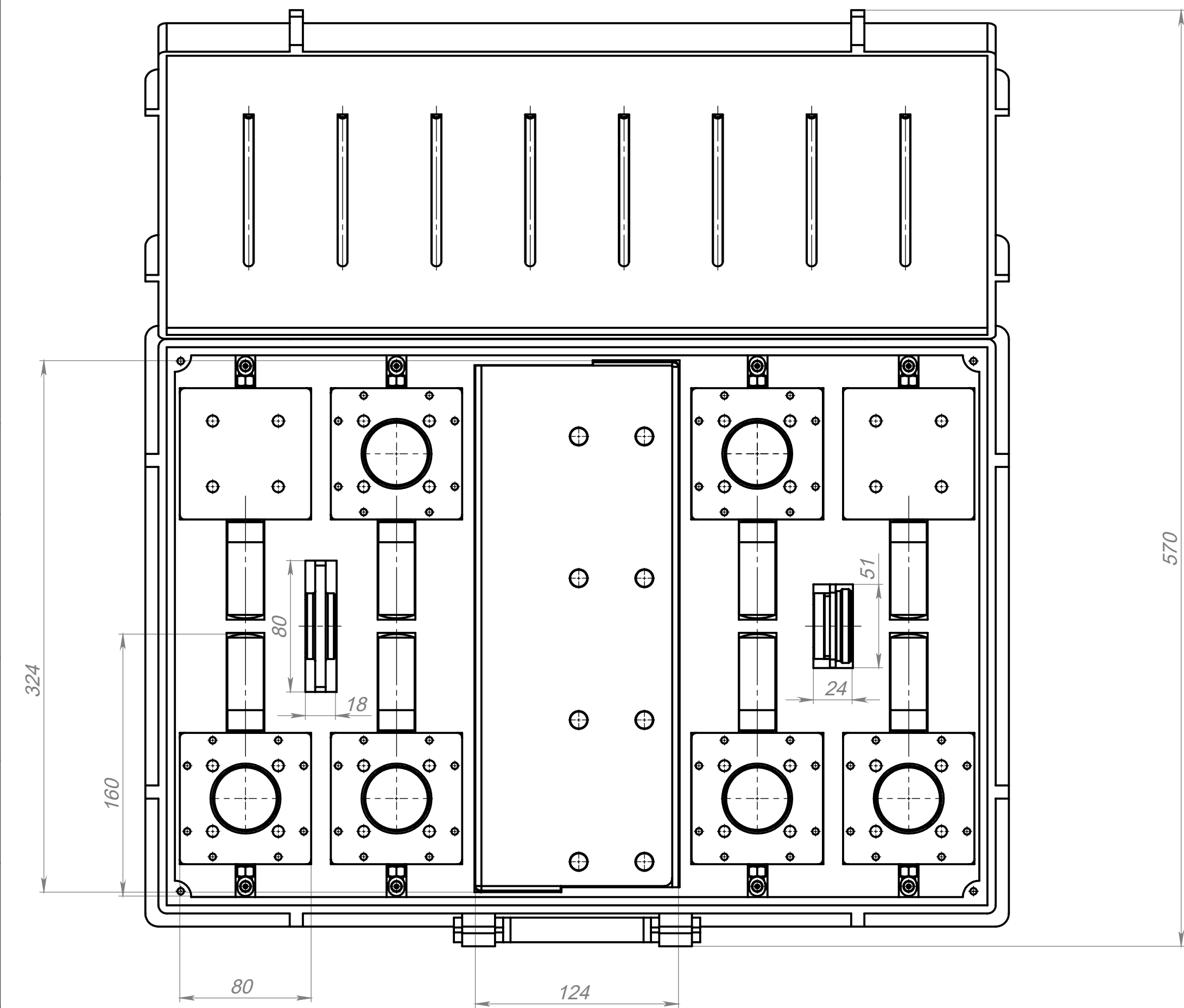
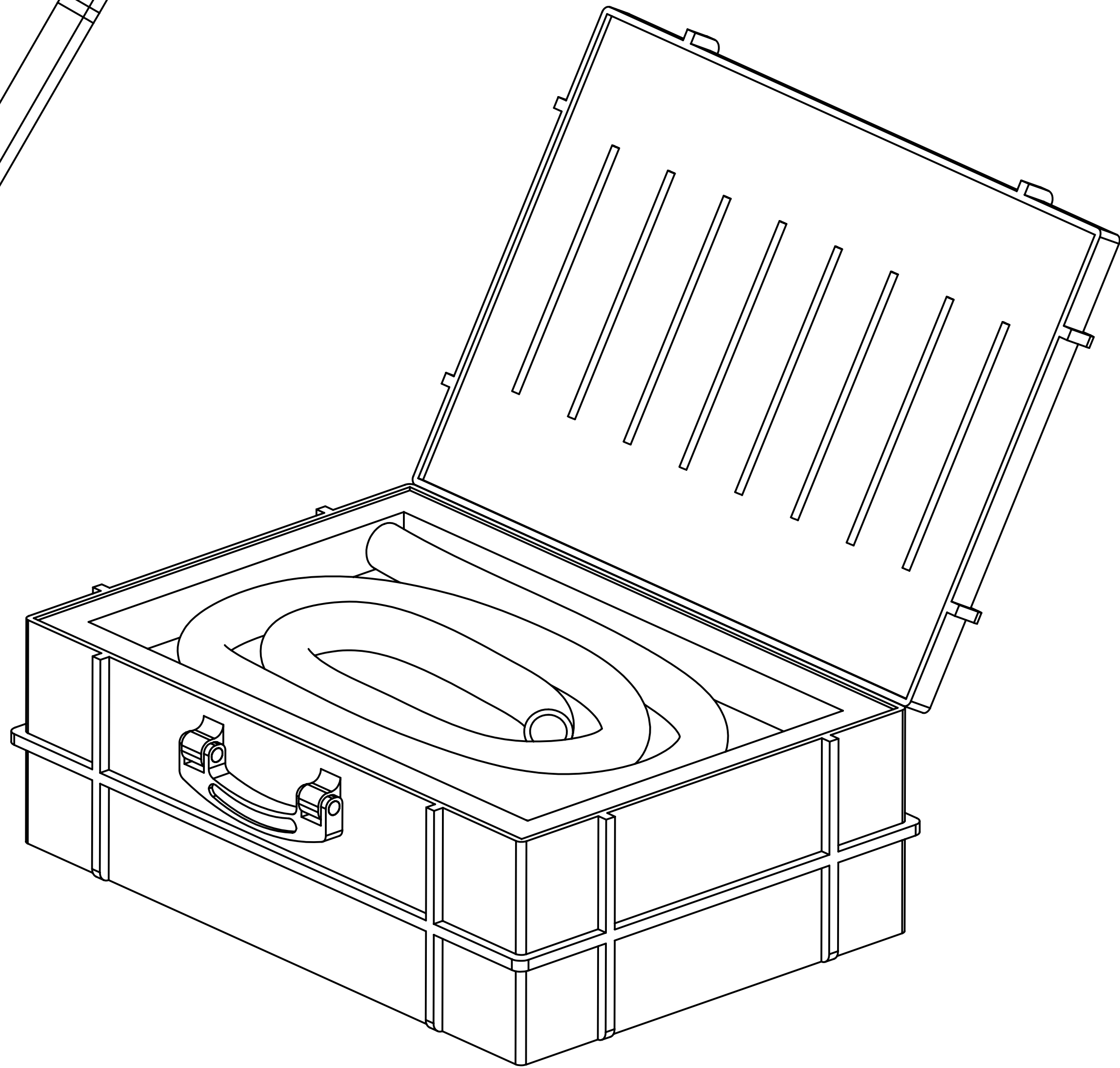
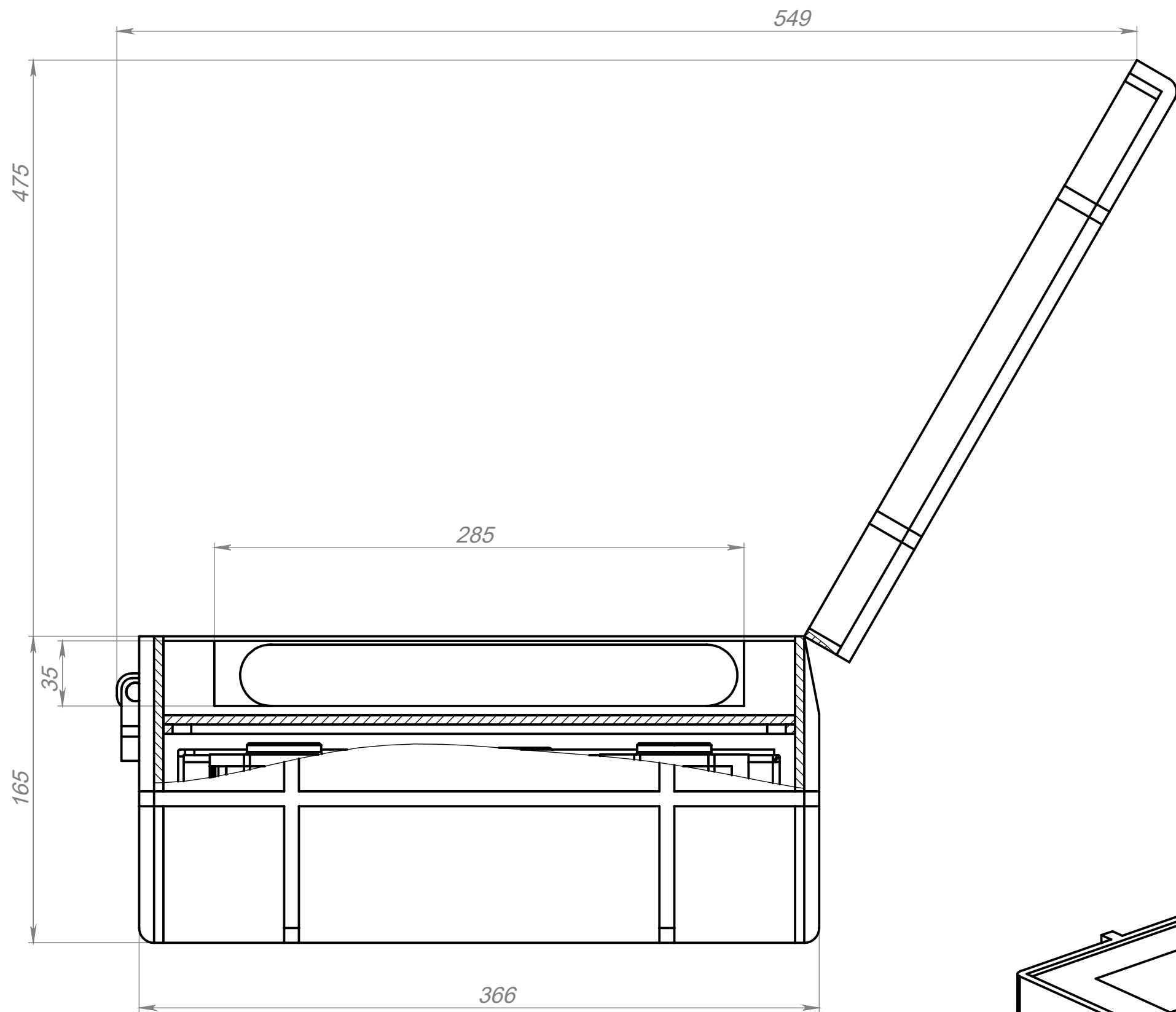
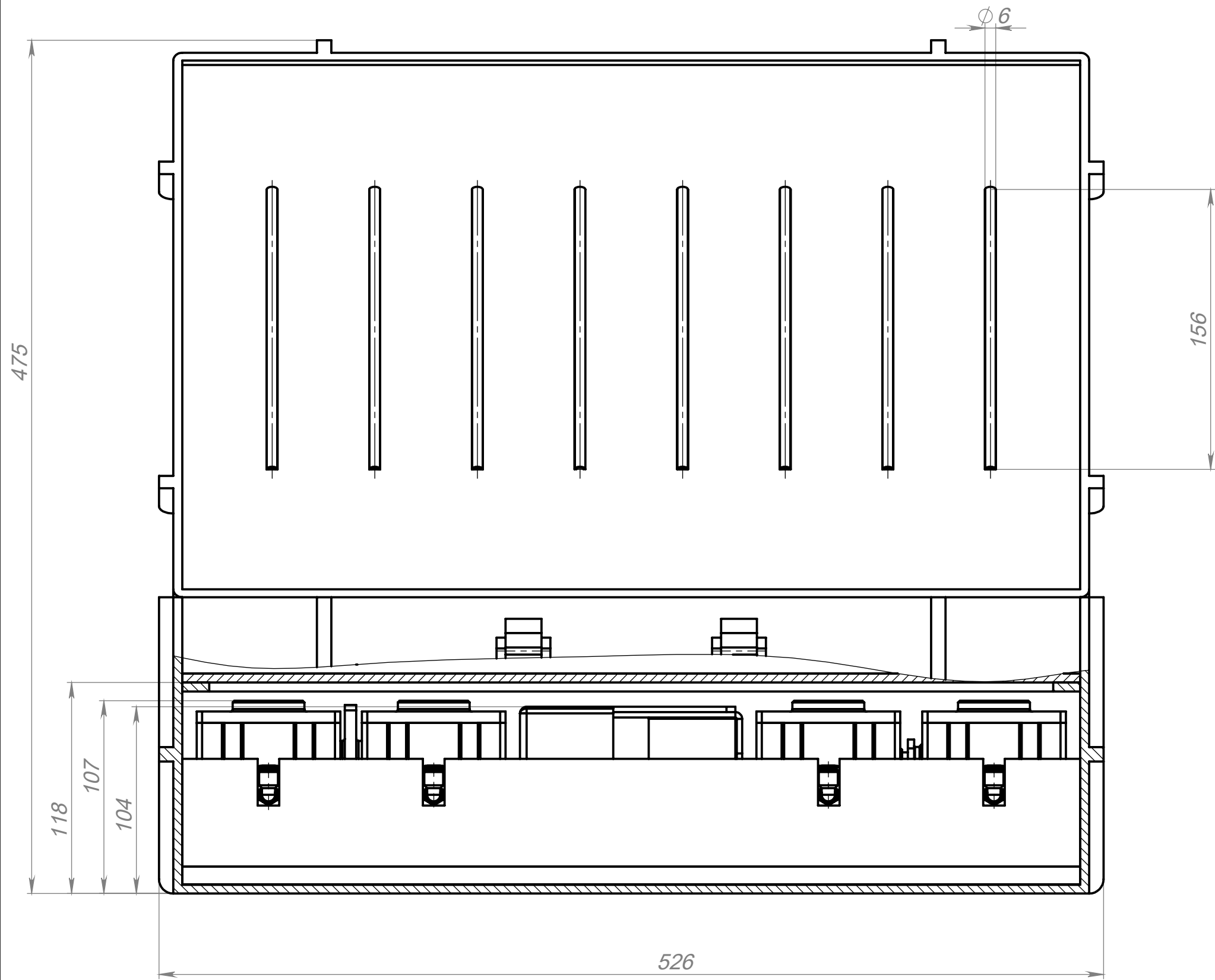
Приложение Б

Чертеж общего вида основного модуля

						ИШНПТ-4А82012.00.00.01 ОВ					
						Основной модуль			Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							1:2,5
Разраб.	Лаубган К.В.										
Пров.	Буханченко С.Е.										
Т. контр.						Лист 1		Листов 1			
Н. контр.						НИ ТПУ ИШНПТ ОМШ 4А8В					
Утв.											

Приложение В

Чертеж общего вида исполнительного модуля

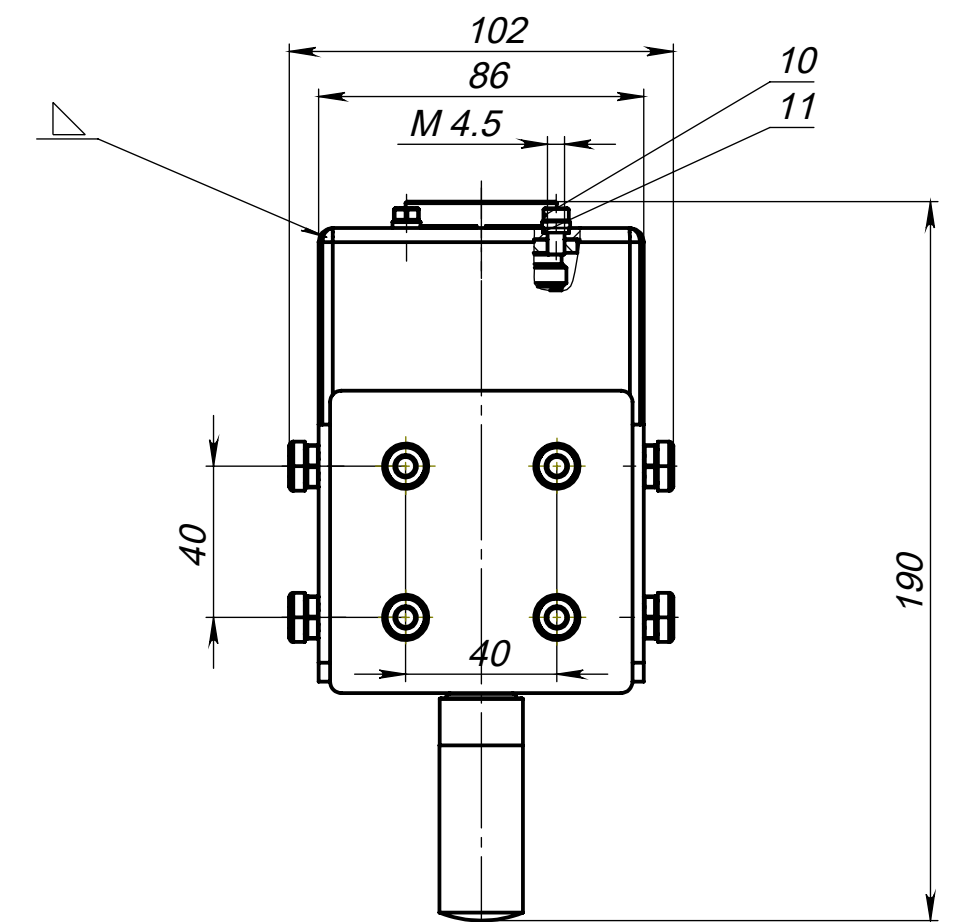


Транспортировочное положение

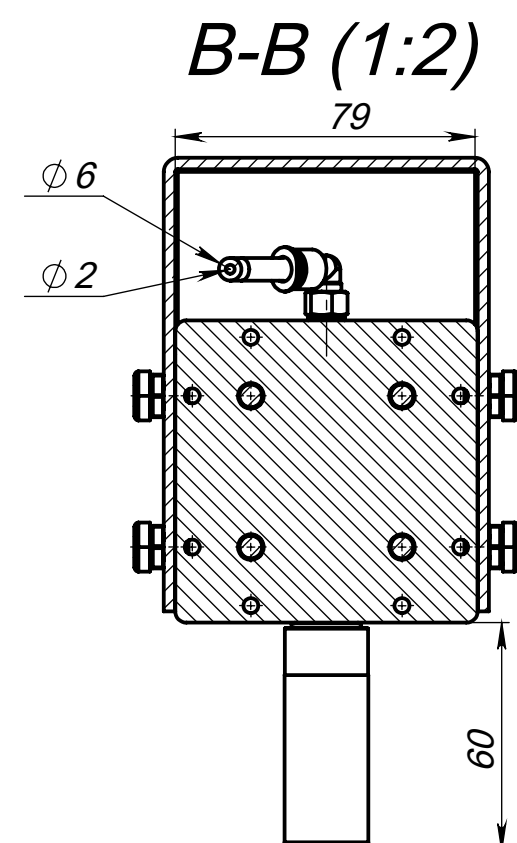
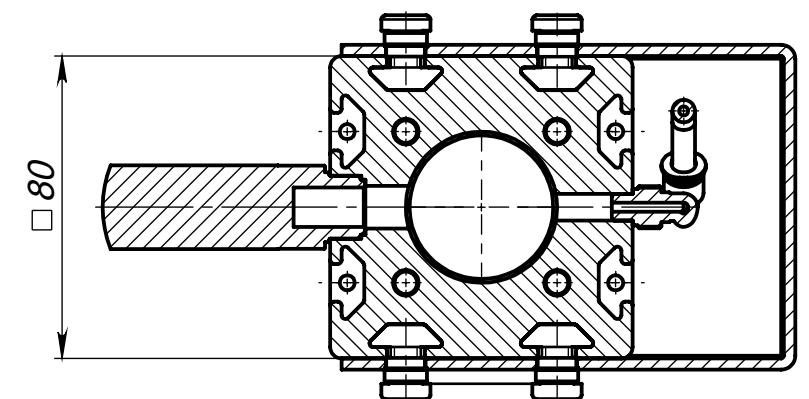
ИШНПТ-4А82012.00.00.02 ОВ				Лит.			Масса			Масштаб		
Вспомогательный модуль				Лит.			Масса			Масштаб		
Лист 1				Листов 1			Листов 1			Листов 1		
НИ ТПУ ИШНПТ ОМШ 4А8В				Лит.			Масса			Масштаб		
Утв.				Лит.			Масса			Масштаб		

Приложение Г

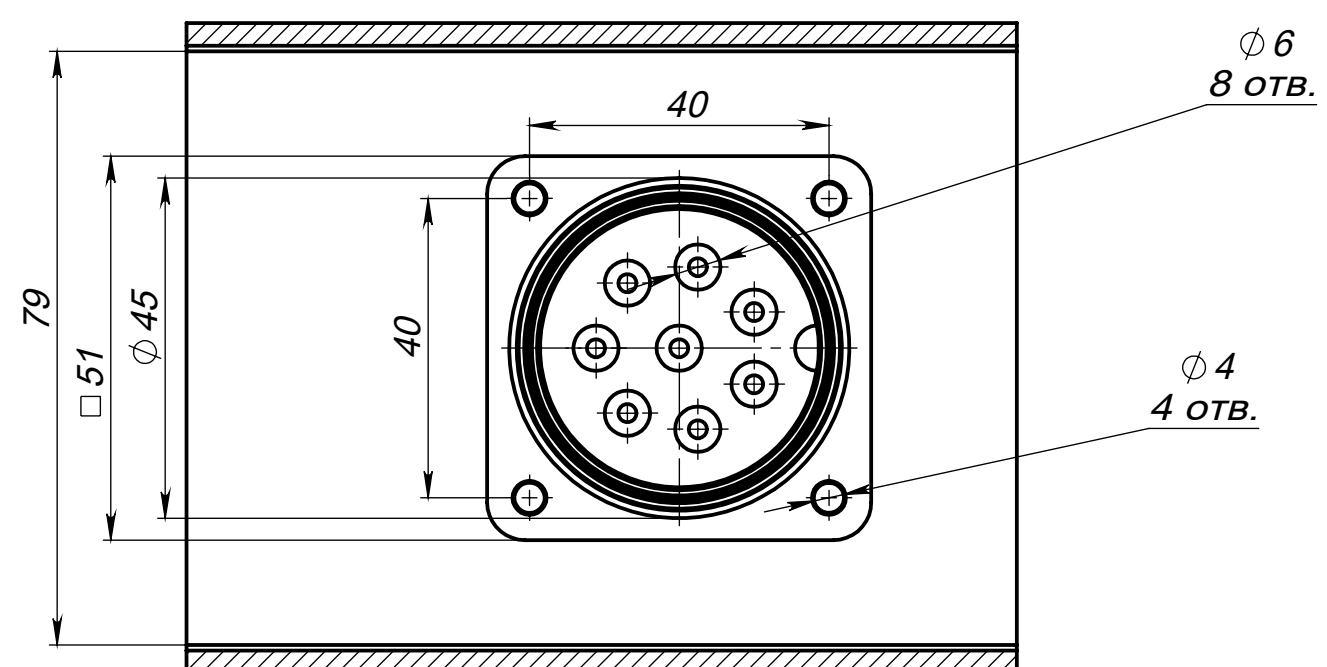
Сборочный чертеж исполнительного модуля



C-C (1:2)



A-A (1:1)



B-B (1:2)

Технические характеристики

1. Габариты 790x102x190;
2. Максимальное рабочее давление 1.2 МПа;
3. Минимальное рабочее давление 0.1 МПа;
4. Максимальная длина кабеля 10 м;
5. Среднее суточное количество циклов "вкл/выкл" не менее 100;
6. Количество сегментов пневматических магистралей 2 шт
7. Максимальное количество пневмоглушителей 8 шт.

Технические требования

1. Обеспечить плотное соединение профилей друг с другом;
2. Обеспечить сопряжение пневмотрубок до конца;
3. Обеспечить соединение кожуха с профилем.
4. Испытать на герметичность воздухом давлением 1МПа;
5. Маркировать ИШНПТ-4А8212.00.00.03
6. Сварные швы по ГОСТ 5264-80

						ИШНПТ-4А82012.00.00.03 СБ									
						Модуль исполнительный					Лит.		Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата											1:2
Разраб.		Лаубган К.В.													
Пров.		Буханченко С.Е.													
Т. контр.											Лист 1		Листов 1		
Н. контр.											НИ ТПУ ИШНПТ ОМШ 4А8В				
Утв.															

Приложение Д

Спецификация исполнительного модуля

Перв. примен.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание																				
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.				Документация																						
					A2	ИШНПТ-4А82012.00.00.03	Сборочный чертеж																					
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.			1	ИШНПТ-4А82012.00.00.03.01	Кожух	2																				
					2	ИШНПТ-4А82012.00.00.03.02	Крышка	2																				
					3	ИШНПТ-4А82012.00.00.03.03	Пластина	7																				
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.				Прочие изделия																						
					4	ИШНПТ-4А82012.00.00.03.04	Пневмоглушитель	8																				
					5	ИШНПТ-4А82012.00.00.03.05	Цанговый штуцер	8																				
					6	ИШНПТ-4А82012.00.00.03.06	Шланг	8																				
					7	ИШНПТ-4А82012.00.00.03.07	Профиль	8																				
					8	ИШНПТ-4А82012.00.00.03.08	Винт М8х13	32																				
					9	ИШНПТ-4А82012.00.00.03.09	Заклепка М8	32																				
					10	ИШНПТ-4А82012.00.00.03.10	Винт М4.5х9	4																				
					11	ИШНПТ-4А82012.00.00.03.11	Заклепка М4.5	4																				
					12	ИШНПТ-4А82012.00.00.03.12	Гайка М6 ISO 4034	8																				
					13	ИШНПТ-4А82012.00.00.03.13	Шайба М6 ISO 7090	8																				
					14	ИШНПТ-4А82012.00.00.03.14	Шпилька М6х730	4																				
Инв. № подл.						ИШНПТ-4А82012.00.00.03	Лит.	Лист	Листов																			
										Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вспомогательный модуль	1												
																	Разраб.	Лацбган К.В.				НИ ТПУ ИШНПТ						
																							Пров.	Буханченко С.Е.				ОМШ 4А8В
Утв.																												

Копировал

Формат А4