

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
Направление подготовки (специальность) 151900 «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»
Технологии машиностроения и промышленной робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка модульной конструкции гибридной установки получения электрической энергии

УДК: 621.311.24.001.66-024.24

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НЗ1	Глушаев Александр Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ТМСР	Сотников Н.Н.	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры МЕН	Спицын В. В.	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ЭБЖ	Невский Е.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМСР	Вильнин А.Д.			

Томск – 2017 г.

Заведующему кафедрой
«Технологии машиностроения и
промышленной робототехники»
А.Д. Вильнину
от студента гр.8НЗ1
Глушаева Александра
Александровича

ЗАЯВЛЕНИЕ

Прошу разрешить мне выполнение выпускной квалификационной работы в форме

Бакалаврской работы

по направлению подготовки (специальности):

151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

на тему:

Разработка модульной конструкции, гибридной установки, получения
электрической энергии

под руководством

Ассистента Сотникова Николая Николаевича

21 января 2017 г.

Согласен быть научным руководителем: _____

(Личная подпись студента)

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Универсальные		
P1	Демонстрировать уважительное и бережное отношение к историческому наследию, накопленным гуманистическим ценностям и культурным традициям Российской Федерации, а также понимать современные тенденции отечественной и зарубежной культуры	Требования ФГОС (ОК-11, ОК-12, ОК-13, ОК-14); Критерий 5 АИОР (п.2.1, 2.12, 2.13), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P2	Понимать и следовать законам демократического развития страны, осознавая свои права и обязанности, при этом умело используя правовые документы в своей деятельности, а также демонстрировать готовность и стремление к совершенствованию и развитию общества на принципах гуманизма, свободы и демократии	Требования ФГОС (ОК-5, ОК-14, ОК-15); Критерий 5 АИОР (п.2.14), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P3	Осознавать социальную значимость своей будущей профессии и стремится к саморазвитию, повышению квалификации и мастерства, владея при этом средствами самостоятельного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-21, ПК-45); Критерий 5 АИОР (п.2.16), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P4	Изучать, формировать и систематизировать информацию, знать основные методы, способы и средства ее приобретения, хранения и переработки, демонстрируя при этом навыки работы с компьютером, традиционными носителями информации, распределенными базами знаний, в том числе размещенных в глобальных компьютерных сетях	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-16, ОК-17, ОК-18, ПК-45); Критерий 5 АИОР (п.2.8), согласованный с требованиями EURACE и FEANI

P5	Владеть деловой, публичной и научной речью, как на русском, так и иностранном языках, демонстрируя при этом навыки создания и редактирования профессиональных текстов с учетом логики рассуждений и высказываний	Требования ФГОС (ОК-2, ОК-19); Критерий 5 АИОР (п.2.13), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P6	Находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и быть готовым нести за них ответственность при работе в коллективе, взаимодействуя с его членами на основе принятых в обществе моральных и правовых норм, проявляя уважение к людям, толерантность к другой культуре	Требования ФГОС (ОК-3, ОК-4, ПК-38); Критерий 5 АИОР (п.2.4, п.2.11), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P7	Обладать необходимым комплексом знаний в области естественных, социальных, экономических, гуманитарных наук, использовать законы и методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Требования ФГОС (ОК-9, ОК-10); Критерий 5 АИОР (п.2.1.), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
Профессиональные		
P8	Разрабатывать, осваивать на практике и совершенствовать средства технологического оснащения, технологии, системы и средства автоматизации машиностроительных производств при организации серийного и массового выпуска изделий различного назначения	Требования ФГОС (ПК9, ПК-10, ПК-20, ПК-26); Критерий 5 АИОР (п.2.1, п.2.2), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P9	Уметь осуществлять выбор необходимых материалов, оборудования, технологической оснастки, инструмента, средств автоматизации, программного обеспечения, технологии для проектирования, изготовления и испытания машиностроительной продукции	Требования ФГОС (ПК2, ПК-12, ПК-23, ПК-39, ПК-52, ПК-54); Критерий 5 АИОР (п.2.10), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P10	Владеть методами моделирования и проектирования производственных процессов, объектов и продукции машиностроительного производства с использованием современных	Требования ФГОС (ПК3, ПК-5, ПК-11, ПК-18, ПК-19, ПК-46, ПК-48); Критерий 5 АИОР (п.2.8), согласованный с

	информационных технологий и программного обеспечения мирового уровня	требованиями EUR-ACE и FEANI
P11	Уметь разрабатывать и внедрять технологии изготовления продукции машиностроения, основываясь на главных закономерностях, действующих в процессе ее изготовления с использованием современных информационных технологий	Требования ФГОС (ПК6, ПК-7, ПК-8, ПК-27, ПК-30, ПК-35, ПК-40, ПК-53, ПК-55); Критерий 5 АИОР (), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P12	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые вычисления, планировать работу персонала и фондов оплаты труда при изготовлении продукции машиностроения	Требования ФГОС (ПК4, ПК-16, ПК-22, ПК-41); Критерий 5 АИОР (п.2.3, п.2.7, п.2.9), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P13	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	Требования ФГОС (ПК20, ПК-36); Критерий 5 АИОР (п.2.14), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P14	Диагностика состояния и динамики объектов машиностроительных производств, определять основные свойства и характеристики материалов и изготовленных изделий с использованием методов, методик и средств программного анализа	Требования ФГОС (ПК-3, ПК-17, ПК-28, ПК-47, ПК-49); Критерий 5 АИОР (п.2.1, п.2.2, п.2.5), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P15	Уметь создавать проектную и техническую документацию, согласно установленным формам, будущей главной частью всех этапов жизненного цикла изделий.	Требования ФГОС (ПК13, ПК-14, ПК-34, ПК-43, ПК-50); Критерий 5 АИОР (п.2.2, п.2.5), согласованный с требованиями EUR-ACE

		и FEANI P16
P16	Уметь проводить мероприятия эффективного контроля качества материалов, процессов технологического характера, средств измерения и готовой продукции машиностроения	Требования ФГОС (ПК15, ПК-24, ПК-29, ПК-31, ПК-32); Критерий 5 АИОР (п.2.13), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт ИК
 Направление подготовки (специальность) 151900 «Конструкторско-технологическое
 обеспечение машиностроительных производств»
 Кафедра ТМСР

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой
 _____ А.Д. Вильнин

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Н31	Глушаеву Александру Александровичу

Тема работы:

Разработка модульной конструкции, гибридной установки, получения электрической энергии

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установка предназначена для получения электрической энергии альтернативными методами. 2. Установка состоит из двух модулей: солнечный модуль и ветряной модуль. 3. Особенность проекта заключается в том, что модули могут работать как в паре, так и отдельно друг от друга.
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитический обзор современных альтернативных источников энергии; 2. Обзор современных технических решений; 3. Проектирование модели установки; 4. Статический анализ основания конструкции установки. 5. Сравнительный анализ установки; 6. Разработка технологического процесса изготовления детали;
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сборочный чертеж общего вида установки. 2. Кинематическая и электрическая схемы установки. 3. Статический анализ установки.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	
<p>Социальная ответственность</p>	
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Реферат</p>	
<p>Введение</p>	
<p>Обзор литературы</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>21.01.2017</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сотников Николай Николаевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н31	Глушаев Александр Александрович		

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт
кибернетики

Направление подготовки 151900 «Конструкторско-технологическое
 обеспечение машиностроительных
 производств»

Уровень образования
бакалавр

Кафедра «Технологии машиностроения и промышленной робототехники»
 (ТМПСП)

Период выполнения весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

08.06.2017

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	1. Конструкторский раздел	45
	Аналитический обзор современных альтернативных источников энергии	9
	Проектирование модели установки	9
	Обзор современных технических решений	9
	Статический анализ рамной конструкции	9
	Сравнительный анализ установки	9
	2. Технологический раздел	30
16.02.2017	Установление типа производства и определение величины партии деталей	1
	Анализ технологичности конструкции детали	2
23.02.2017	Выбор вида и способа получения заготовки	2
09.03.2017	Выбор метода обработки каждой поверхности детали и составление технологического маршрута	3
	Уточнение технологических бах и схем закрепления	1
23.03.2017	Проектирование технологических операций и уточнение содержания перехода	4
30.03.2017	Размерный анализ спроектированного технологического процесса	3
	Расчет припусков на обработку	3
06.04.2017	Выбор и расчет режимов обработки	3
	Выбор оборудования	3
13.04.2017	Выбор методов и средств технического контроля параметров детали	2
20.04.2017	Нормирование технологических процессов	3
01.06.2017	3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
01.06.2017	4. Социальная ответственность	10
	ИТОГО:	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сотников Николай Николаевич	ассист.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМПСР ИК	Вильнин Александр Даниилович			

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Разработка модульной конструкции гибридной установки получения электрической энергии» содержит пояснительную записку, состоящую из 107 страниц. Включает в себя 43 страницы, 18 таблиц.

Ключевые слова: альтернативная энергетика, солнечная панель, солнечная батарея, солнечный модуль, ветрогенератор, ветряной модуль, электрическая энергия, модульность, гибридность, масштабирование.

Объектом исследования: модульная конструкции гибридной установки.

Предмет исследования: конструкция и геометрические параметры модульной конструкции гибридной установки.

Цель работы: разработка модульной конструкции гибридной установки получения электрической энергии в соответствии с техническим заданием.

В процессе работы проведен обзор альтернативных источников энергии, обзор аналогов существующих технических решений. Разработан технологический процесс изготовления детали.

В процессе выпускной квалификационной работы разработана модульная конструкция гибридной установки получения электрической энергии.

Разработана конструкторская документация и оформлена технологическая карта на изготовление одной из детали. Проект удовлетворяет всем установленным требованиям производственной безопасности.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2013. При создании моделей использовался САПР «SolidWorks 2016». При создании схем использовался продукт компании «Аскон» «КОМПАС -3D V16».

Оглавление

Введение.....	13
1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.	15
1.1 Солнечная энергия.	15
1.2 Энергия ветра.	17
1.2.1 Вертикальные ветрогенераторы.....	17
1.2.2 Горизонтальные ветрогенераторы.....	19
1.3 Энергия водных ресурсов.....	20
1.3.1 Энергия приливов и отливов.....	20
1.3.2 Энергия течения морей и океанов.	21
1.4 Энергия биомассы.	23
1.4 Обзор аналогов существующих технических решений.....	24
2. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.	26
2.1 Проектирование модульной конструкции гибридной установки получения электрической энергии.	26
2.1.1 Проектирование солнечного модуля.....	28
2.1.1.1 Выбор и расчет солнечных панелей.	32
2.1.1.2 Выбор и расчет двигателя.	33
2.1.1.3 Выбор подшипников.....	37
2.1.2 Проектирование ветряного модуля.	39
2.1.2.1 Выбор и расчет генератора.....	41
2.1.2.2 Выбор подшипников.....	43
2.1.3 Проектирование платформы.	43
2.1.4 Статический анализ.....	44
3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.	49
3.1 Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	50
3.1.1 Анализ технологичности конструкции изделия.....	50
3.1.2 Выбор вида и способа получения заготовки.	51
3.1.3 Составление технологического маршрута.....	51
3.1.4 Расчет припусков на обработку для размера 150H7 (+0,04).	55
3.1.5 Расчет режимов резания.	62
3.1.6 Выбор оборудования.....	68
3.1.7 Нормирование технологических переходов, операций.....	73
4. РАЗДЕЛ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ».....	76
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований.	

4.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования.	77
4.1.2	Анализ конкурентных технических решений.	78
4.2	Технология QuaD.	82
4.3	SWOT-анализ.	84
4.4	Разработка графика проведения научного исследования.	88
5.	РАЗДЕЛ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»	89
5.1	Анализ выявленных вредных факторов производственной среды.	92
5.1.1	Повышенный уровень шума на рабочем месте.	92
5.1.2	Повышенный уровень вибрации.	93
5.1.3.	Электромагнитное излучение оборудования.	94
5.2	Анализ выявленных опасных факторов производственной среды.	94
5.2.1.	Подвижные части оборудования.	94
6.2.2	Опасность получения удара током.	97
6.3	Региональная безопасность.	98
6.4	Защита в чрезвычайных ситуациях.	99
6.5	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	99
	Заключение	101
	Список литературы:	102
	Приложение 1 – Расчетно-технологическая карта	
	Приложение 2 – Карта наладки	
	Приложение 3 – Операционная карта	
	Приложение 4 – Операционная карта	

Введение.

В современном мире невероятно быстро и сильно растут показатели энергопотребления. Необходимость в электрической энергии на столько твердо обосновалась в жизни человечества, что представить жизнь людей без нее уже не представляется возможным, так как электроэнергия является необходимым средством для развития и существования в обществе. Вопрос добычи энергии наиболее экономичным и экологичным методом для человечества всегда был актуален, и в настоящее время является одной из главных проблем. Решением данной проблемы занимаются ученые со всего мира, они разрабатывают технологии по добычи электрической энергии наиболее безотходным и не затратным методом. За долгую борьбу ученых с данным вопросом, накопилось много технических средств и способов добычи энергии и преобразования ее в нужные людям формы.

В настоящее время существует два основных метода добычи энергии: традиционный и альтернативный. Традиционный метод - наиболее широко применим в настоящее время. В качестве главных энергоносителей выступают нефть, газ и уголь. Традиционная энергетика является настоящей угрозой для всей окружающей среды, так как атомные и тепловые электростанции выделяют в атмосферу большое количество газов и отходов. Так же запасы традиционных источников не бесконечны. Поэтому, в данный момент все человечество, для предотвращения загрязнения природы, переходит на альтернативные источники энергии.

Альтернативная энергетика считается наиболее перспективной для людей и окружающей среды, так как является возобновляемым ресурсом, а добыча энергии данным способом является экологически чистой. Основными источниками альтернативной энергетики является: солнечные электростанции, ветряные электростанции, волновые электростанции. Появление альтернативной энергетики может позволить людям быть независимыми от роста цена, которые диктует государство. Нельзя не заметить экономический аспект альтернативной энергетики. С ростом технологического прогресса цена на альтернативные источники энергии, такие как: солнечная батарея, ветрогенератор, будет постоянно снижаться, поэтому данные установки смогут позволить себе все больше людей.

Данная тема дипломной работы является актуальной, так как в настоящее время альтернативная энергетика интенсивно развивается, а вместе с ней развиваются технологии и техника.

Цель работы:

Разработка модульной конструкции гибридной установки получения электрической энергии в соответствие с техническим заданием.

Для достижения цели, необходимо решить следующие задачи:

1. Провести аналитический обзор альтернативных источников энергии;
2. Провести обзор аналогов;
3. Разработать кинематическую схему и электрическую схему установки;
4. Разработать компоновочную модель гибридной установки;
5. Провести статический анализ основания;
6. Разработать технологический процесс изготовления детали;
7. Разработать раздел по социальной ответственности проекта;
8. Разработать раздел по ресурсоэффективности и ресурсосбережению проекта».

Противоречия, разрешаемые в работе:

- между задачей совмещения двух и более модулей в одной конструкции.
- между необходимостью повышения производительности установки и удешевлению его стоимости.

Объектом исследования:

Модульная конструкции гибридной установки.

Предмет исследования:

Совмещение модулей установки в одной гибридной конструкции.

Практическая новизна:

1. Модульность конструкции;
2. Гибридность установки;
3. Масштабирование конструкции;
4. Экологичный метод получения электрической энергии.

Практическая значимость:

1. Проектирование модульной конструкции гибридной установки получения электрической энергии;
2. Получения навыков и необходимых компетенция в области проектирования оборудования.

1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.

В данном разделе содержится краткая необходимая информация, касающаяся современных альтернативных источников энергии.

В настоящее время популярность альтернативной энергетики набирает оборот. Все больше промышленных предприятий занимается разработкой и поставкой техники по добычи электрической альтернативными методами. Основными источниками энергии принято считать:

- Энергию солнца;
- Энергию ветра;
- Энергию водных ресурсов;
- Топливо из биомассы.

Рассмотрим каждый источник энергии более детально.

1.1 Солнечная энергия.

Солнце является первичным и основным источником энергии нашей планеты. Так же солнце можно назвать неисчерпаемым источником энергии. Ежесекундно солнце излучает на Землю 80 триллионов кВт энергии, а это в несколько тысяч раз больше, чем все электростанции мира. Солнечные электростанции работают более чем в 80 странах мира.

Главным действующим объектом, в процессе добычи энергии, является солнечная батарея, так как именно она принимает солнечный свет.

Солнечная батарея - это набор солнечных элементов (фотоэлектрических преобразователей), которые преобразуют солнечную энергию в электрическую энергию.

Большее количество солнечных элементов изготавливают из кремния. Распространены несколько видов солнечных батарей, состоящие из:

- монокристаллического кремния (КПД = 16-19 %);
- поликристаллического кремния КПД = 14-15 %);
- аморфного кремния. КПД = 6-9 %).

Как видно по показателям КПД наиболее эффективными являются солнечные батареи с монокристаллическим кремнием.

Солнечные батареи обычно устанавливают на крыши домов, зданий, дорожные столбы и знаки, где они занимают неподвижное стационарное положение, как показано на рисунке 1. На крыше установлено 33 солнечных панели, мощностью по 80 Вт.



Рисунок 1. Солнечная батарея в стационарном положении.

Известно, что солнечные модули вырабатывают максимальный КПД в том случае, когда они расположены перпендикулярно падающим на них солнечным лучам. Для получения максимальной энергии солнца разработан солнечный трекер. Солнечный трекер - система, предназначенная для слежения за перемещением солнца, чтобы получить максимальный КПД от солнечных батарей. КПД солнечного трекера 30-35 %. На рисунке 2 показан двухкоординатный солнечный трекер. На данном трекере установлено 12 солнечных панелей, мощностью по 100 Вт.



Рис. 2. Солнечный трекер.

1.2 Энергия ветра.

В настоящее время ветряная энергетика является активно развивающейся отраслью.

Ветроэнергетика - отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в электрическую, тепловую и механическую энергии. Энергия ветра относится к возобновляемым источникам энергии. Преобразование кинематической энергии осуществляется специальным оборудованием – ветроэнергетической установкой (ВЭУ). Ветрогенератор преобразует кинетическую энергию ветрового потока в механическую энергию вращения ротора, с последующим преобразованием механической энергии в электрическую. Различают два вида ветрогенератора: с вертикальным расположением ротора и с горизонтальным расположением ротора.

1.2.1 Вертикальные ветрогенераторы.


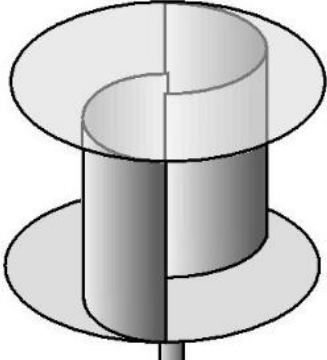

У вертикальных ветрогенераторов ось вращения ротора перпендикулярна земле. Ветрогенераторы вертикального вида не нуждаются в ориентации направления, что делает их независимыми от постоянной смены направления движения направления ветра. Данная особенность дает возможность установке устойчиво работать при самых быстрых ветрах. КПД всех видов вертикальных ветрогенераторов находится в диапазоне 20-30 %.



Вертикальные ветрогенераторы можно разделить на следующие виды роторов:

- геликоидный ротор;
- ротор Савониуса;
- ортогональный ротор;
- многолопастной ротор;
- ротор Дарье;

В таблицу 1 представлены сравнительные характеристики представленных роторов.

Таблица 1. Сравнительные характеристики роторов

Виды ротор	Преимущества	Недостатки
<p>1. Геликоидный ротор.</p>  <p>Рисунок 3. Геликоидный ротор.</p>	<p>1. Равномерное вращение ротора, снижает нагрузки на опорные узлы, что увеличивает срок службы ротора.</p>	<p>2. Сложная технология изготовления лопастей, увеличивает их стоимость;</p>
<p>2. Ротора Савониуса.</p>  <p>Рисунок 4. Ротор Савониуса.</p>	<p>1. Высокий пусковой крутящий момент; 2. Возможность работы на низких скоростях; 3. Относительно высокая технологичность производства.</p>	<p>1. Более низкая эффективность работы, относительно горизонтальных ВЭУ; 2. Высокая материалоемкость.</p>
<p>3. Ортогональный ротор.</p>  <p>Рисунок 5. Ортогональный ротор.</p>	<p>1. Наиболее эффективный и функциональный механизм, относительно других вертикальных ветрогенераторов. 2. Возможность расположения приводного оборудования на уровне земли, что упрощает его эксплуатацию.</p>	<p>1. Высокие динамические нагрузки, уменьшают срок службы опорных узлов; 2. Массивная система ортогональных узлов, относительно эквивалентных по мощности горизонтальных ветрогенераторов; 3. Высокий шумовой эффект.</p>

<p>4. Многолопастной ротор.</p>  <p><i>Рисунок 6. Многолопастной ротор.</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Более высокая эффективность работы по сравнению с другими вертикальными ветрогенераторами; 2. Возможность работы работа установки при низких скоростях ветра. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая стоимость установки, за счет большого количества лопастей.
<p>5. Ротор Дарье.</p>  <p><i>Рисунок 7. Ротор Дарье.</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Технологическая простота изготовления лопастей; 2. Возможность расположения приводного оборудования на уровне земли, что упрощает его эксплуатацию. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Относительно низкая эффективность работы установки, относительно горизонтальных ВЭУ; 2. Высокие динамические нагрузки, уменьшают срок службы опорных узлов; 3. Ротор Дарье с двумя лопастями, при равномерном ветряном потоке не может запускаться самостоятельно.

1.2.2 Горизонтальные ветрогенераторы.

У горизонтальных ветрогенераторов ось вращения ротора параллельна земле. В зависимости от количества лопастей горизонтальные делятся на –одно-, -двух-, -трех-, и многолопастные. Главным недостатком данной установки принято считать необходимость ориентации ротора на ветер, что требует внедрения дополнительного ориентационного механизма. Достоинством вертикального ветрогенератора является их более высокий КПД, относительно горизонтальных установок, который равен 25-35 %. Данный показатель КПД достигается за счет меньшего разброса углов атаки на рабочих режимах, а также, за счет возможности у отдельных ВЭУ управлять углом установки лопастей. На рисунке 8 показан горизонтальный ветрогенератор.



Рисунок 8. Горизонтальный ветрогенератор.

1.3 Энергия водных ресурсов.

1.3.1 Энергия приливов и отливов.

В настоящее время человечество для производства электрической энергии использует энергию приливов, а если быть более конкретным, то кинетическую энергию вращения Земли. Для добычи энергии необходима приливная электростанция (ПЭС). Приливная электростанция состоит из бассейна, перекрытое плотиной устье реки или залив. Плотина оснащена гидротурбинами и водопропускными отверстиями. Простейшая приливная электростанция представлена рисунке 9. Территориально ПЭС размещают на берегах морей. Изменение уровня воды происходит в следствии гравитационного притяжения Луны и Солнца, два раза за сутки.

Принцип работы приливной электростанции описывается следующим образом: вода во время прилива, через водопропускные отверстия, поступает в бассейн. Вода в бассейне набирается до тех пор, пока уровень воды в море и в бассейне станет равным. После этого водопропускные отверстия закрываются. Водный уровень начинает отливать от бассейна. Когда уровень воды в море становится меньше уровня воды в бассейне – водопропускные отверстия открываются, а напор становится достаточной силы, чтобы вращать турбину, после этого момент вращения передается электрогенератор. Вследствие чего вырабатывается электрический ток.

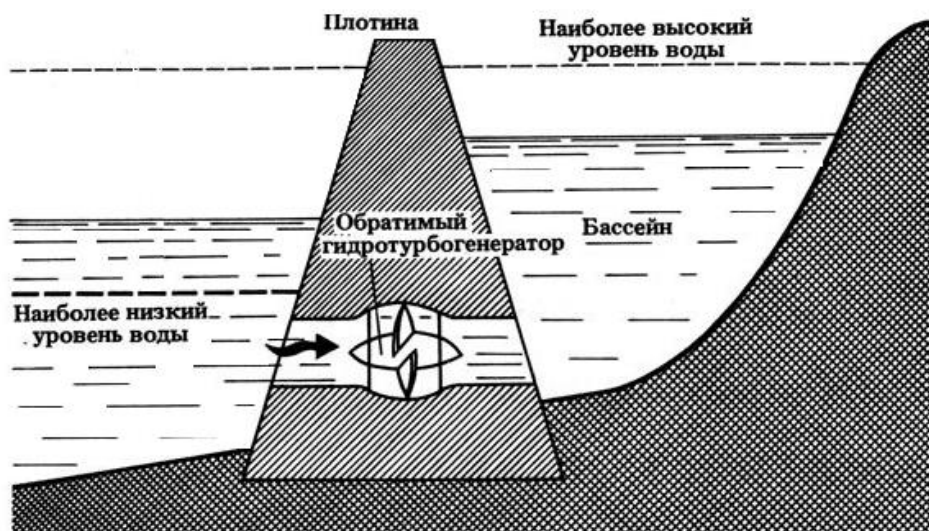


Рисунок 9. Простейшая приливная электростанция.

Как и любой источник энергии приливная электростанция имеет ряд недостатков и преимуществ.

Недостатки:

- Непостоянство подачи энергии;
- Нарушение нормального обмена пресной и соленой воды;
- Малая мощность наряду с высокой стоимостью ПЭС;
- Долгий срок окупаемости ПЭС.

Преимущества:

- Полная экологическая чистота работы электростанции;
- Низкая себестоимость производимой энергии;
- Большой срок службы (более 100 лет).

1.3.2 Энергия течения морей и океанов.

Известно, что течение морей и океанов несут огромное количество энергии, которая обычно скрыта под водой. Поэтому человечество разработало установку, которая получает электрическую энергию в следствии глубоководных океанических течений. Энергия течения является чистым и неиссякаемым источником энергии. Данные установки называются подводные турбины (рисунок 10). Находясь под водой, турбина абсолютно не зависит от погоды, имеет постоянный доступ к надежным и стабильным океанским течениям.

Подводная турбина состоит из:

- Несущая опорная рама;
- Генератор, ротором которого являются пластинчатые лопасти.

Принцип работы подводной турбины описывается следующим образом: Подводную турбину погружают на дно морского океана. Пластинчатые лопасти, работающих по принципу жалюзи. Когда лопасть движется в одном направлении с потоком ее пластины закрыты и создают максимальное сопротивление течению, заставляя воду толкать турбину, тем самым приводя в движение генератор, который вырабатывает электричество. Когда лопасть поворачивается против движения воды, ее пластины раскрываются, снижая сопротивление до минимума и позволяя потоку свободно проходить между ними

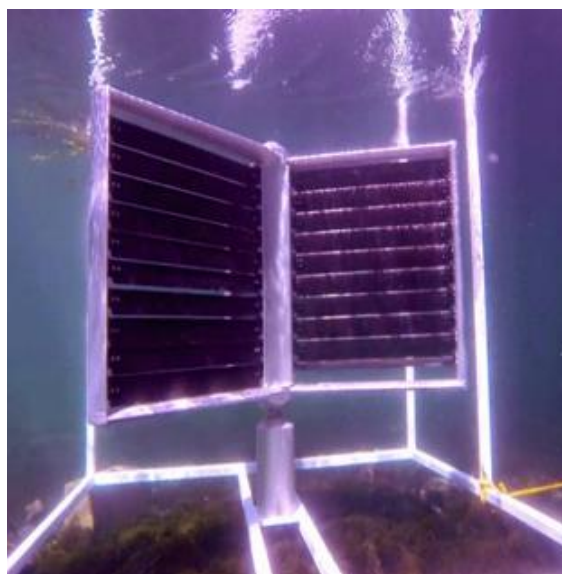


Рисунок 10. Подводная турбина

Преимущества и недостатки использования течения морей и океанов:

Преимущества:

- Минимальный шум;
- Отсутствие физической опасности для жизни морских обитателей;
- Экологически чистая энергия;
- Опреснение воды;
- Постоянство подачи энергии.

Недостатки:

- Отсутствие на рынке готовых и проверенных годами технических решений;
- Возможное нанесение вреда обитателям морей и океанов.

1.4 Энергия биомассы.

Биомасса – это старейший источник энергии, который используется человечеством. Биомасса - это источник энергии из растений и животных. Биомасса делится на первичную и вторичную.

Первичная биомасса – это растения, животные, микроорганизмы. Вторичная биомасса - отходы при переработке первичной биомассы и продукты жизнедеятельности человека и животных. Важно отметить, что отходы делятся на первичные и вторичные. Первичные отходы - отходы при переработке первичной биомассы - солома, ботва, опилки, щепа, спиртовая барда. Вторичные отходы - продукты физиологического обмена животных и человека.

В настоящее время принято различать три вида биотоплива:

- Твёрдое — это дрова, обычно в виде отходов деревообработки и топливные гранулы, прессованные мелкие остатки деревообработки.
- Жидкое топливо — это спирты - метанол, этанол, бутанол, также эфиры, биодизель и биомазут.
- Газообразное топливо — различные газовые смеси с угарным газом, метаном, водородом, которые получают при термическом разложении сырья в присутствии кислорода (газификация), без кислорода (пиролиз) или при сбраживании под воздействием бактерий.

Основные виды сырья для получения энергии из биомассы представлены в следующем виде:

- Деревья и травянистые растения

Для получения энергии из деревьев и кустарников, их необходимо сжигать, получая тепловую энергию. Наиболее распространенный источник древесной биомассы – отходы деревообработки лесопилок и целлюлозно-бумажных комбинатов.

- Зерновые культуры и стерня зерновых.

Для выработки этанола необходимо придать компостированию пшеницу, рожь, рис и другие злаки. Также для получения дизельного биотоплива можно придать гноению соевые бобы, арахис и подсолнечник.

- Водные и морские растения.

Для получения этанола, необходимо водоросли подвергнуть ферментации. Также для получения биогаза, водоросли можно компостировать.

- Навоз и сточные воды.

Бытовые отходы животных с ферм и ранчо, а также содержимое канализации населенных пунктов, можно добавлять в компостные кучи для того, чтобы ускорить выделение биогаза.

- Свалки.

Различные виды мусора, в частности бумагу, картон, остатки еды, можно перерабатывать в компост для получения биогаза.

Преимущества и недостатки использования энергии биомассы:

Преимущества:

- Экономически выгодный процесс;
- Эффективная и экологическая переработка отходов;
- Доступность метода, особенно для сельских жителей, которые могут организовать замкнутый цикл производства на хозяйстве.

Недостатки:

- Возникновение парникового эффекта;
- Относительно высокая стоимость биоустановок.

1.4 Обзор аналогов существующих технических решений.

Источниками энергии для данного проекта выбраны энергия солнца и энергия ветра. Перед проектированием проведём обзор аналогов существующих технических решений.

На рисунке 11 представлена гибридная установка, состоящая из солнечной панели, установленной стационарно и вертикального ветрогенератора, турбинным ротором. Одним из недостатков конструкции является отсутствие раздельного использования каждого типа установки.



Рисунок 11. Гибридная установка.

На рисунке 12 представлена гибридная установка стационарно установленных солнечных панелей и горизонтального ветрогенератора. Данная конструкция устанавливается на дорожные светофоры и столбы.



Рисунок 12. Гибридная установка.

На рисунке 13 представлена гибридная установка, состоящая из солнечной панели, которая осуществляет вращение по вертикали, горизонтального ветрогенератора.



Рисунок 13. Гибридная установка.

Вывод: проведя обзор аналогов существующих технических решений, выявлены основные недостатки конструкций:

- Стационарные установленные солнечные панели;
- Отсутствие модульности конструкции гибридной установки;

- Масштабирование модулей.

Поэтому, в нашем проекте обозначим данные недостатки как проблемы, которые необходимо решить

2. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.

2.1 Проектирование модульной конструкции гибридной установки получения электрической энергии.

Проектируемая установка будет состоять из модулей двух типов: солнечный модуль и ветряной модуль. Помимо модулей, установка оснащена платформой, на которую будет устанавливаться конструкция, а также соответствующим оборудованием, без которого невозможна работа гибридной установки.

Таким образом, модульная конструкция гибридной установки состоит (рисунок 14) из:

1. Солнечный модуль;
2. Ветряной модуль;
3. Платформа;

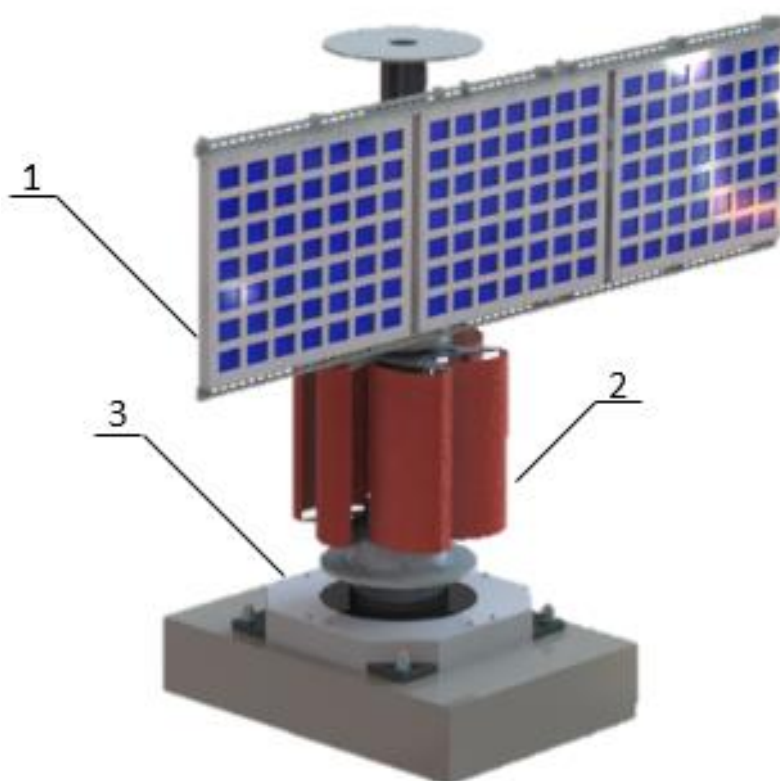


Рисунок 14. Модульная конструкция гибридной установки получения электрической энергии.

Для работы установки необходимо специальные электрические устройства. Минимальный набор устройств, необходимый для работы:

1. Гибридный контроллер заряда – устройство, контролирующее работу системы и управляет зарядом аккумулятора;
2. АКБ – накопитель электрической энергии;
3. Инвертор – устройство, преобразующее постоянный ток в переменный.

Принципиальная электрическая схема солнечного и ветряного модулей представлена на рисунке 15.

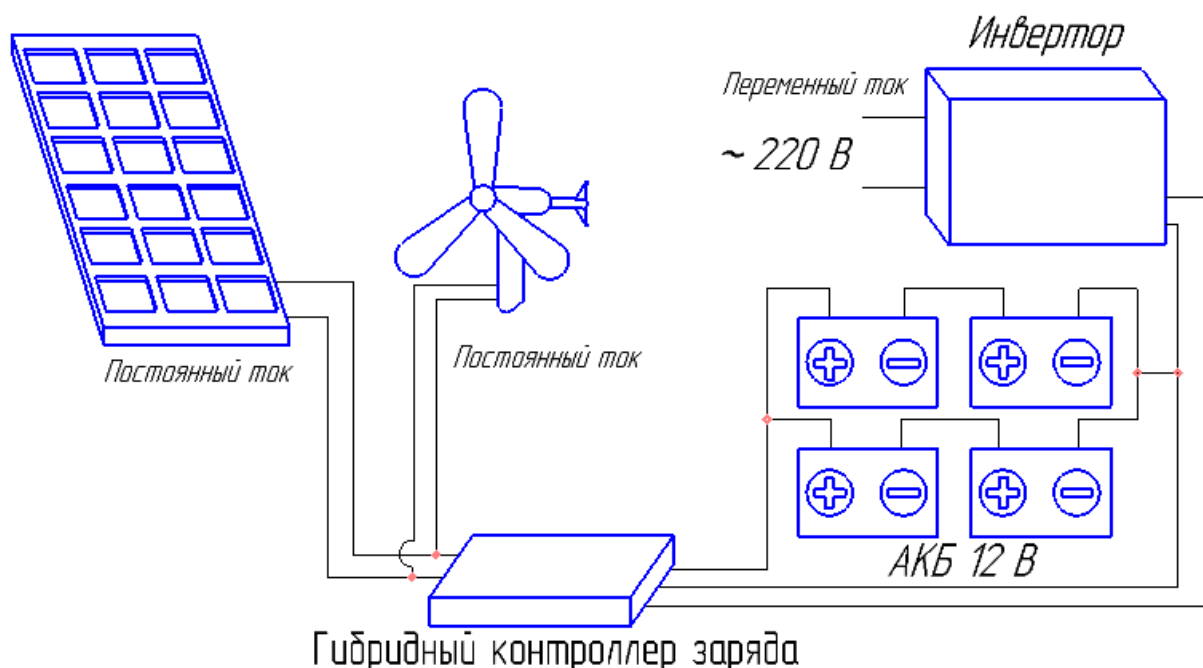


Рисунок 15. Принципиальная электрическая схема солнечного и ветряного модулей.

Принцип работы проектируемой установки выглядит следующим образом: Солнечные лучи, падают на солнечные батареи, и в следствие фотогальванического эффекта преобразуются в электрическую энергию. Кинетическая энергия ветрового потока, преобразуется в механическую энергию вращения ротора ветряного модуля, которая в следствие передачи момента на электрогенератор, преобразуется в электрическую энергию. После этого электрические энергии постоянного тока поступают на гибридный контроллер заряда, который предназначенный для управления процессом заряда аккумулятора. Далее электрическая энергия может

поступить в двух направлениях, это: 1) в следствии полного заряда АКБ, напрямую отправиться в инвертор; 2) в следствии неполного заряда АКБ, сначала отправиться в АКБ, а потом в инвертор. После того как электрическая энергия постоянного тока поступила в инвертор, в инверторе происходит преобразование постоянного тока в переменный. После пройденных этапов, полученная электрическая энергия готова к применению в быту и хозяйстве

2.1.1 Проектирование солнечного модуля.

Принципиально кинематическая схема солнечного модуля представлена на рисунке 16.

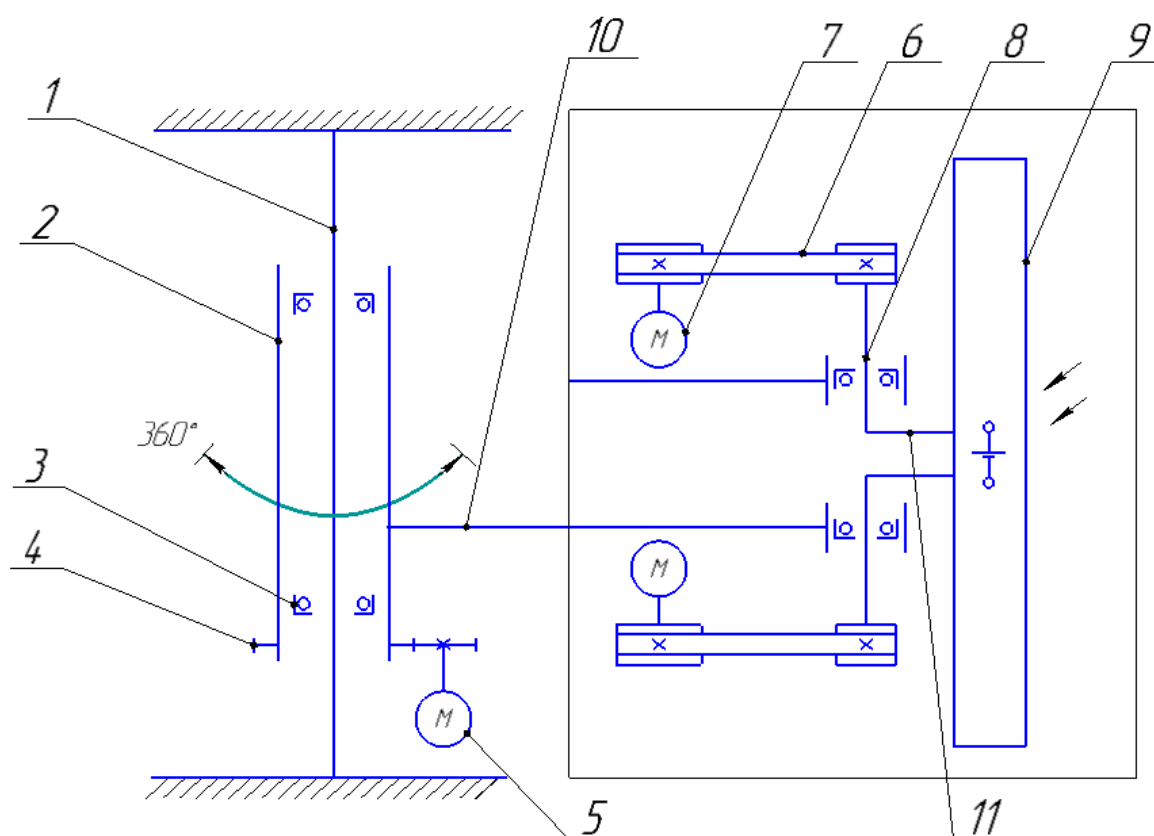


Рисунок 16. Кинематическая схема солнечного модуля.

1 - несущая опорная конструкция; 2 - вертикально – подвижный механизм; 3 - подшипник; 4 - зубчатая передача; 5 - двигатель; 6 - ременная передача; 7 - двигатель; 8 - вал; 9 - солнечная панель; 10 - крыло; 11 - горизонтально-подвижный механизм.

Известно, что солнечные батареи имеют максимальный КПД в случае, когда панель направлена перпендикулярна солнечным лучам, падающих на нее. При использовании системы слежения за солнцем вырабатываемая мощность может достигать до 40-50 % от заявленной мощности панелей, в отличии от стационарно уставленных панелей – 10-15 %. Поэтому принято

решение спроектировать модульную установку, которая ориентирует панели в след за солнцем. Ориентация движения панелей будет осуществляться по двум координатам: по горизонтали и вертикали. Солнечный модуль представлен на рисунке 17.

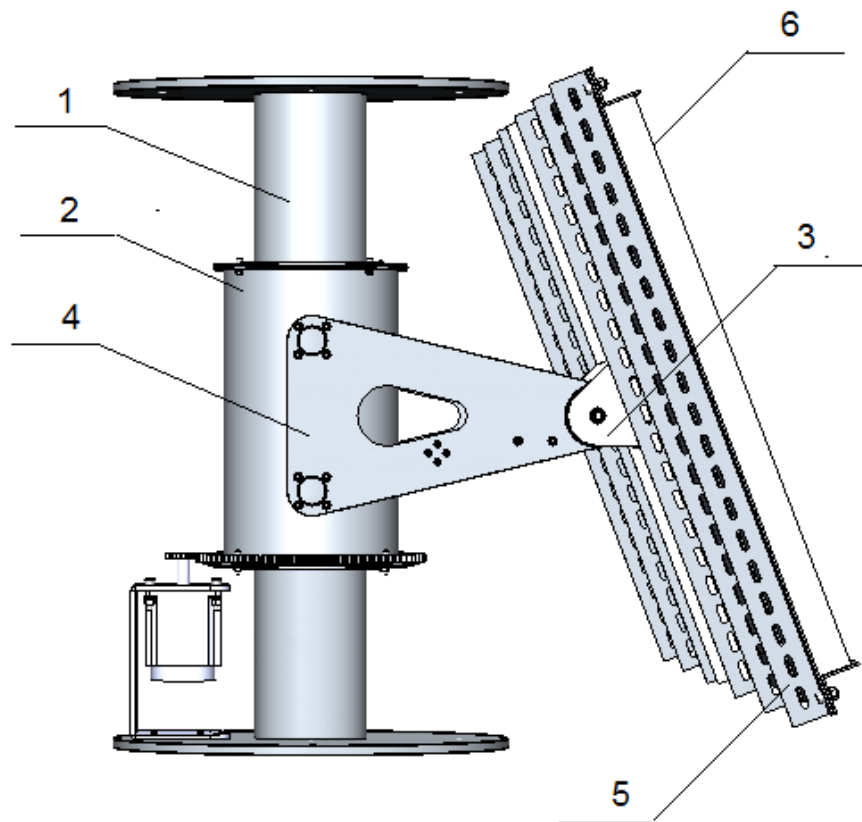


Рисунок 17. Солнечный модуль.

1 - несущая опорная конструкция; 2 - вертикально – подвижный механизм; 3 - горизонтально-подвижный механизм. 4 - крыло; 5 – рама для панелей; 6 – солнечные панели.

Несущая опорная конструкция.

Для того, чтобы конструкция под воздействием внешних воздействий, например, ветра, стояла неподвижно - спроектирована прочная и жесткая несущая опорная конструкция. Данная конструкция состоит: фланца и трубы на, которую устанавливается подшипник, а также втулки, которая устанавливается на подшипник. Материал деталей – Ст3 ГОСТ 380-88. Несущая опорная конструкция представлена на рисунке 18.

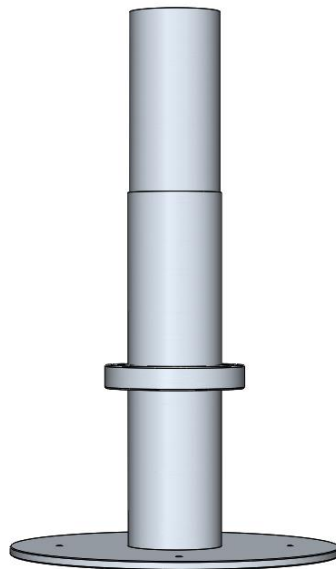


Рисунок 18. Несущая опорная конструкция.

Подвижные механизмы.

Подвижными механизмами в данной конструкции выступают две узла. Вертикально - подвижный механизм и горизонтально - подвижный механизм.

Вертикально - подвижный механизм состоит из трубы, в которую устанавливаются уши для крепежа крыльев, а также элемент зубчатой передачи – зубчатый венец. Материал деталей – Ст3 ГОСТ 380-88. Вертикально – подвижный механизм представлен на рисунке 19.



Рисунок 19. Вертикально – подвижный механизм.

Горизонтально - подвижный механизм состоит из уголка, прикрепленного к фланцу, в который устанавливается вал. На вал установлен

стакан, подшипник, шкив. Вращение по горизонтали осуществляется посредством ременной передачи. Материал деталей – Ст3 ГОСТ 380-88. Горизонтально – подвижный механизм представлен на рисунке 20.

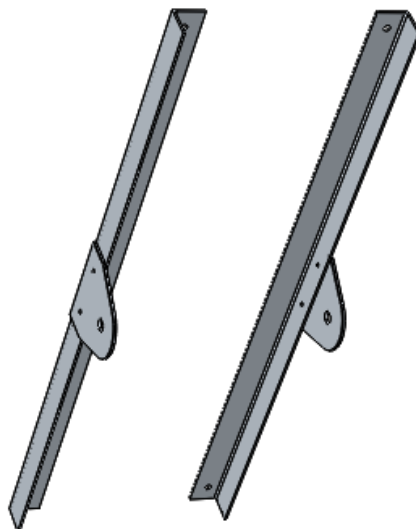


Рисунок 20. Горизонтально – подвижный механизм.

Крыло.

Крыло в данной установке выполняет функции связующего элемента вертикально – подвижного механизма и горизонтально – подвижного элемента. Материал деталей – Ст3 ГОСТ 380-88. Крыло представлено на рисунке 21.

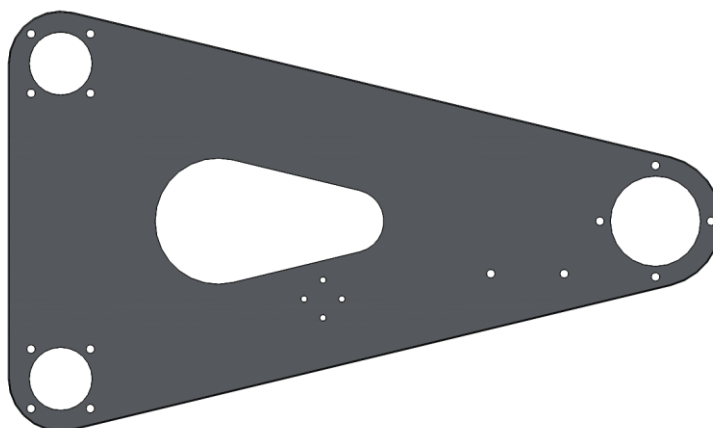


Рисунок 21. Крыло.

Рама для панелей.

Рама для панелей выполнена из перфорированного уголка, для облегчения конструкции. Так как в раме имеются отверстия от перфорации, то при необходимости масштаб рамы можно изменить, в зависимости от размера и количества солнечных панелей. Материал рамы – АМг6 ГОСТ 4784-97. Рама для панелей представлена на рисунке 22.

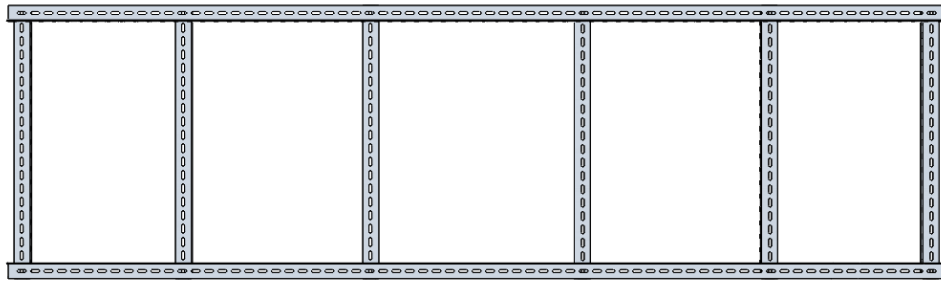


Рисунок 22. Рама для панелей.

2.1.1.1 Выбор и расчет солнечных панелей.

Для проектирования установки выбраны монокристаллические солнечные батареи, с параметрами:

- Мощность - 50 Вт;
- Напряжение: 12В;
- Размер: 670×540×30 мм;
- Вес: 4.5 к

Солнечные панели в раме представлены на рисунке 23.

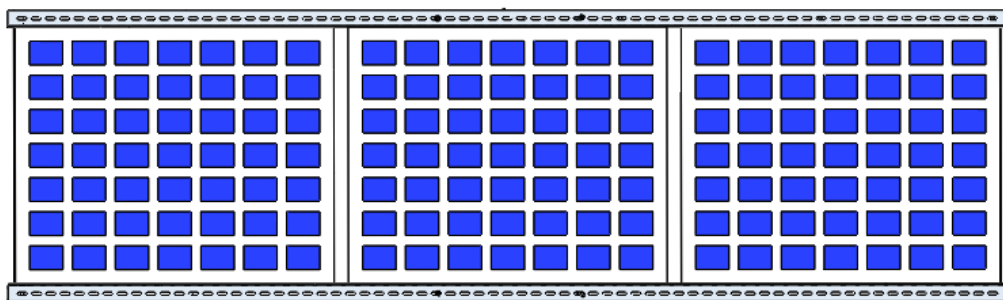


Рисунок 23. Солнечные панели.

Рассчитаем на какие нужды возможно потратить выработанную электрическую энергию. Проектируемый солнечный модуль имеет 3 батареи по 50 Вт. Общая мощность массива панелей составляет 150 Вт. В среднем солнечный день длится 7 часов, в интервале с 7:00 до 16:00. Мощность, которую панель вырабатывает за сутки – 1050 Вт. В месяц установка выработает 31 кВт, а с учетом пасмурных и не солнечных дней – порядка 25 кВт.

Среднестатистическая семья в месяц использует 100 кВт энергии. Итого, использование энергии данной установки хватит на четвертую часть месяца.

2.1.1.2 Выбор и расчет двигателя.

Для ориентации солнечных панелей относительно солнца, необходимо двигатели, которые будут задавать вращение подвижным механизмам. Так как ориентация движения осуществляется по двух координатам, то необходимо выбрать два двигателя.

Двигатель должен обладать необходимыми характеристиками:

- С точной ориентацией солнечных панелей;
- С функцией самоторможения.

Выбор двигателя будем осуществлять по необходимому моменту

Формула крутящего момента:

$$M = F \cdot r, \text{ где}$$

F – сила [Н];

r – радиус [м].

На установку действует сила трения подшипников и сила давления ветра на солнечные панели. Так же необходимо учесть КПД передачи.

$$M_{\text{общ}} = (M_{\text{тр}} + M_{\text{св}}) \cdot \eta_{\text{пер}}$$

Выбор двигателя для **вертикального вращения**:

Передача вертикального вращения будет осуществляться зубчатой передачей. Количество зубьев зубчатого венца $z_1 = 72$, количество зубьев шестерни $z_2 = 10$. Найдем передаточное число $i_{21} = z_1 / z_2 = 72 / 10 = 7,2$.

Расчет момента трения:

$$M_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot r, \text{ где}$$

$r = 0,140$ [м] – средне-арифметический радиус подшипников

$$F_{\text{тр}} = k \cdot m \cdot g, \text{ где}$$

$k = 0,00004$ - коэффициент трения подшипников качения;

$m = 17$ – масса тела [кг];

$g = 9,81$ – ускорение свободного падения [м/с²].

$$F_{\text{тр}} = 0,00004 \cdot 17 \cdot 9,81 = 0,0066708 \text{ [Н];}$$

$$M_{\text{тр}} = 0,0066708 * 0,140 = 0,00084991 \text{ [Нм]};$$

Расчет момента силы ветра:

$$M_{\text{св}} = F_{\text{св}} * r,$$

$r = 0,5 \text{ [м]}$ – радиус длины до панелей.

Величину силы ветра найдем, используя формулу динамического давления ветра на плоскую поверхность:

$$f = \frac{\rho * V^2}{2 * g}, \text{ где}$$

$\rho = 1,225 \text{ [кг/м}^3\text{]}$ – плотность воздуха;

$V = 15 \text{ [м/с]}$ - скорость ветра, воздействующая на плоскую поверхность;

$$f = \frac{1,225 * 15^2}{2 * 9,81} = 14,08 \left[\frac{\text{кгс}}{\text{м}^2} \right]$$

Максимальная полная ветровая нагрузка на наветренную поверхность S плоской поверхности:

$$W_{\text{max}} = f * S * n * c, \text{ где}$$

$c = 1,2$ - аэродинамический коэффициент поверхности;

$n = 1,5$ – коэффициент, учитывающий динамическую составляющую ветровой нагрузки.

$$f = 14,08 \left[\frac{\text{кгс}}{\text{м}^2} \right];$$

S – максимально наветренной плоской поверхности. Предположим, что максимальная ветровая нагрузка приходится на крайнюю солнечную панель.

Следовательно,

$$S = 0,670 * 0,540 = 0,3618 \text{ [м}^2\text{]}$$

$$W_{\text{max}} = 14,08 * 0,3618 * 1,5 * 1,2 = 9 \text{ [кгс]} = 88,2598 \text{ [Н]}.$$

$F_{\text{св}} = 88,2598 \text{ [Н]}$ – сила ветра, приходящаяся на одну панель.

$M_{\text{св}} = 88,2598 * 0,5 = 44,1299 \text{ [Нм]}$ – крутящий момент, приходящийся на одну панель.

Найдем общий крутящий момент вертикального вращения:

$\eta_{\text{пер}} = 0,95$ – КПД, для зубчатой передачи.

$$M_{\text{общ}} = (44,1299 + 0,0066708) * 0,95 = 41,92 \text{ [Нм]}$$

На основе полученных данных выбран шаговый двигатель ST86-114В, (рисунок 24), с функцией самоторможения. Крутящий момент = 8,2 Нм.



Рисунок 24. Шаговый двигатель ST86-114В.

Выбор двигателя для горизонтального вращения:

Передача вращения по горизонтали будет осуществляться ременной передачей. Диаметр меньшего шкива $d_2=47$ мм, большего $d_1=19$ мм. Передаточное число $i_{21} = d_1 / d_2 = 19 / 47 = 0,4$.

Расчет момента трения:

$$M_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} * r, \text{ где}$$

$r=0,08$ [м] – средне-арифметический радиус подшипников

$$F_{\text{тр}} = k * m * g, \text{ где}$$

$k=0,00004$ - коэффициент трения подшипников качения;

$m=16$ – масса тела [кг];

$g=9,81$ – ускорение свободного падения [м/с²].

$$F_{\text{тр}} = 0,00004 * 16 * 9,81 = 0,006272 \text{ [Н]};$$

$$M_{\text{тр}} = 0,006272 * 0,08 = 0,00050176 \text{ [Нм]};$$

Расчет момента силы ветра:

$$M_{\text{св}} = F_{\text{св}} * r,$$

$r=0,5$ [м] – радиус длины до панелей.

Величину силы ветра найдем, используя формулу динамического давления ветра на плоскую поверхность:

$$f = \frac{\rho * V^2}{2 * g}, \text{ где}$$

$\rho=1,225$ [кг/м³] – плотность воздуха;

$V = 15$ [м/с] - скорость ветра, воздействующая на плоскую поверхность;

$$f = \frac{1.225 * 15^2}{2 * 9,81} = 14,08 \left[\frac{\text{КГС}}{\text{М}^2} \right]$$

Максимальная полная ветровая нагрузка на наветренную поверхность S плоской поверхности:

$$W_{max} = f * S * n * c, \text{ где}$$

$c = 1,2$ - аэродинамический коэффициент поверхности;

$n = 1,5$ – коэффициент, учитывающий динамическую составляющую ветровой нагрузки.

$$f = 14,08 \left[\frac{\text{КГС}}{\text{М}^2} \right];$$

S – масимально наветренной плоской поверхности. Предположим, что максимальная ветровая нагрузка приходится на крайнюю солнечную панель.

Следовательно,

$$S = 670 * 540 = 0,3618 \text{ [М}^2\text{]}$$

$$W_{max} = 14,08 * 0,3618 * 1,5 * 1,2 = 9 \text{ [КГС]} = 88,2598 \text{ [Н]}.$$

$$F_{св}=88,2598 \text{ [Н]}.$$

$$M_{св} = 88,2598 * 0,0285 = 2,5 \text{ [Нм]}$$

Найдем общий крутящий момент вертикального вращения:

$\eta_{пер} = 0,9$ – КПД, для ременной передачи.

$$M_{общ} = (2,5 + 0,00050176) * 0,9 = 2,26 \text{ [Нм]}$$

На основе полученных данных выбран шаговый двигатель FL57STH56, (рисунок 25), с функцией самоторможения. Крутящий момент = 8,2 Нм.



Рисунок 25. Шаговый двигатель FL57STH41-2804AG12.5

2.1.1.3 Выбор подшипников.

Исходными данными при выборе подшипника являлись диаметр посадки и нагрузка, возникающая при вращении подвижных частей. Так как при вращении возникают осевая и перпендикулярная ей нагрузки принято выбрать подшипники качения радиально-упорные шариковые по ГОСТ 831-75.

Выбор подшипника на посадочное место $d=110$ мм. Выбран подшипник типа 46122, с параметрами:

- $m = 2,020$ кг;
- угол контакта $\alpha=26^\circ$;
- $d=110$ мм;
- $D=170$ мм;
- $B=28$ мм;
- $T=28$ мм;
- $r=3$ мм.

Выбор подшипника на посадочное место $d=110$ мм. Выбран подшипник типа 46122, с параметрами:

- $m = 0,035$ кг;
- угол контакта $\alpha=26^\circ$;
- $d=20$ мм;
- $D=37$ мм;
- $B=9$ мм;
- $T=9$ мм;
- $r=0,5$ мм.

Главной особенностью радиально-упорных шариковых однорядный подшипников это возможность одновременной работы при осевой и радиальной нагрузках. Без одновременного наличия обеих нагрузок работа подшипника невозможна. Данная конструкция подшипников обладает высокими скоростными характеристиками. Принцип работы такого подшипника заключается в передачи нагрузок от одной дорожки качения подшипника к другой, под специальным углом контакта к его радиальной плоскости.

Радиально-упорных шариковый однорядный подшипник представлен на рисунке 26.

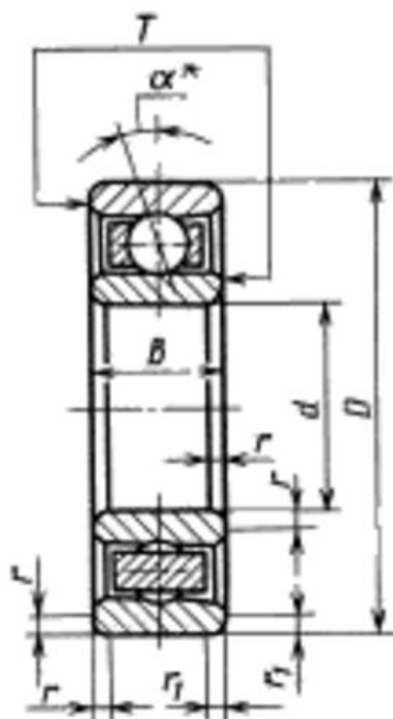


Рисунок 26. Радиально-упорный шариковый однорядный подшипник.

2.1.2 Проектирование ветряного модуля.

Принципиально кинематическая схема ветряного модуля представлена на рисунке 27.

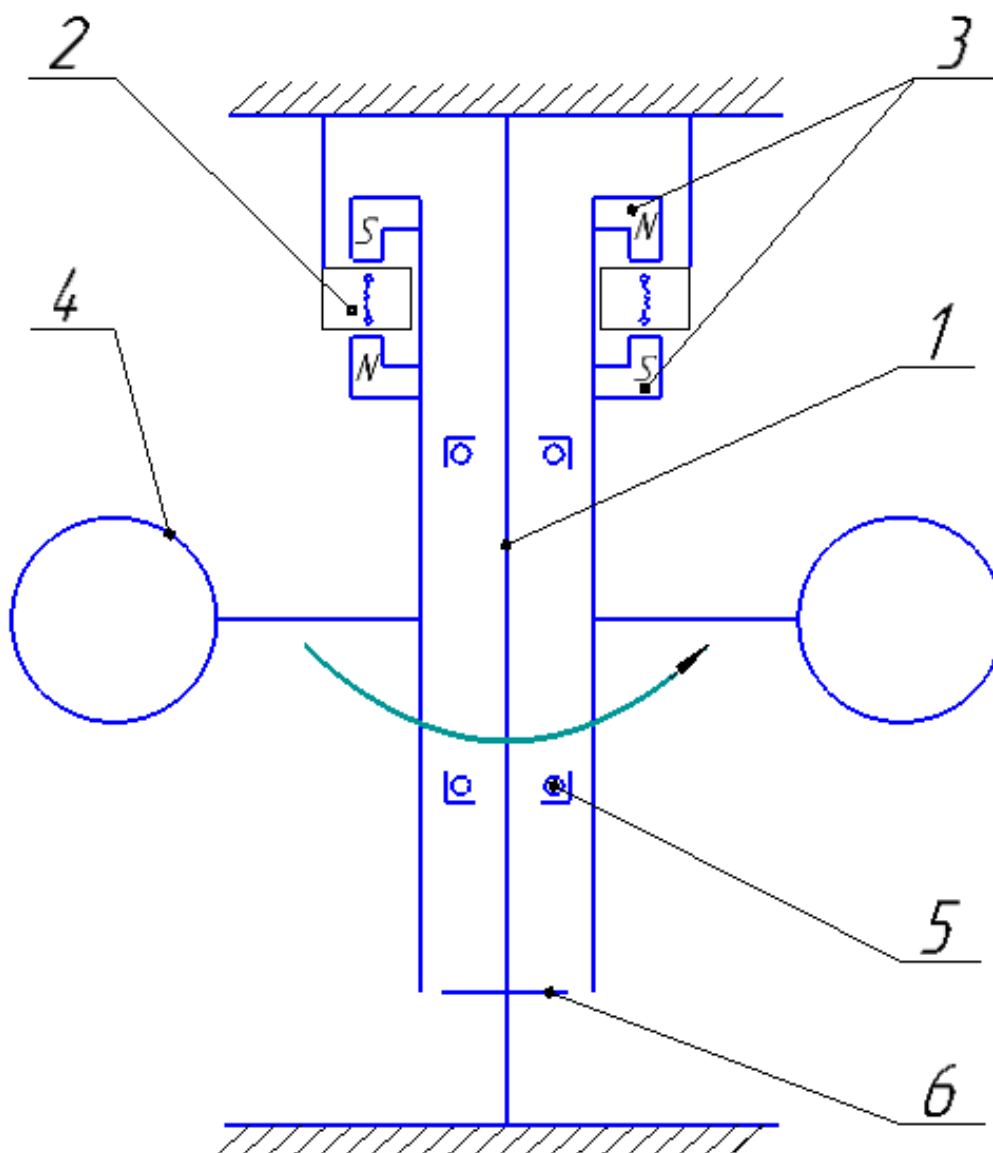


Рисунок 27. Кинематическая схема ветряного модуля.

1- несущая опорная конструкция; 2 - статор; 3 - ротор; 4 - лопасть;

5 – подшипник; 6 – стакан.

В процессе разработки ветряного модуля изучены и исследованы возможные вариации исполнения установки. В качестве конечного решения определена конструкция вертикального расположения ротора. Исполнение ротора выполнить по типу ротора Савониуса, с шестью лопастями.

В модуле установлено два электрогенератора. За основу взята классическая конструкция генератора аксиального типа на постоянных

магнитах. Ветряной модуль представлен на рисунке 28.

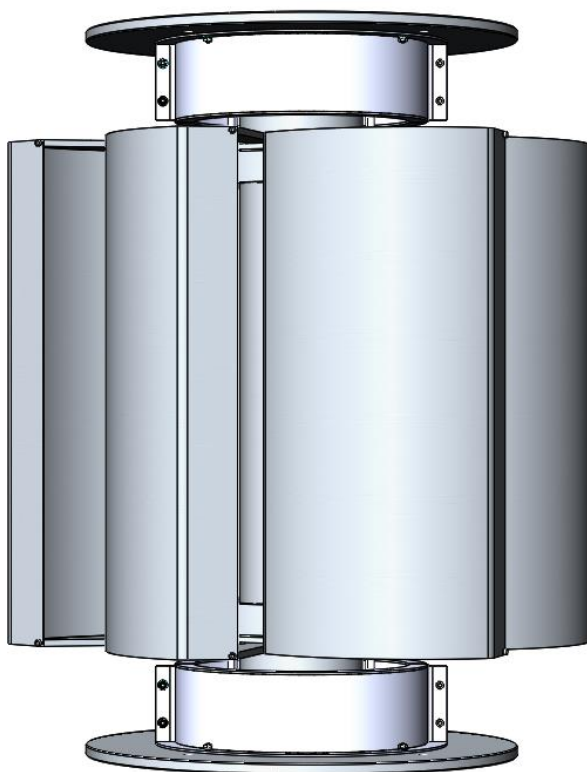


Рисунок 28. Ветряной модуль.

На рисунке 29 представлен ветряной модуль в сечении и указаны позиции.

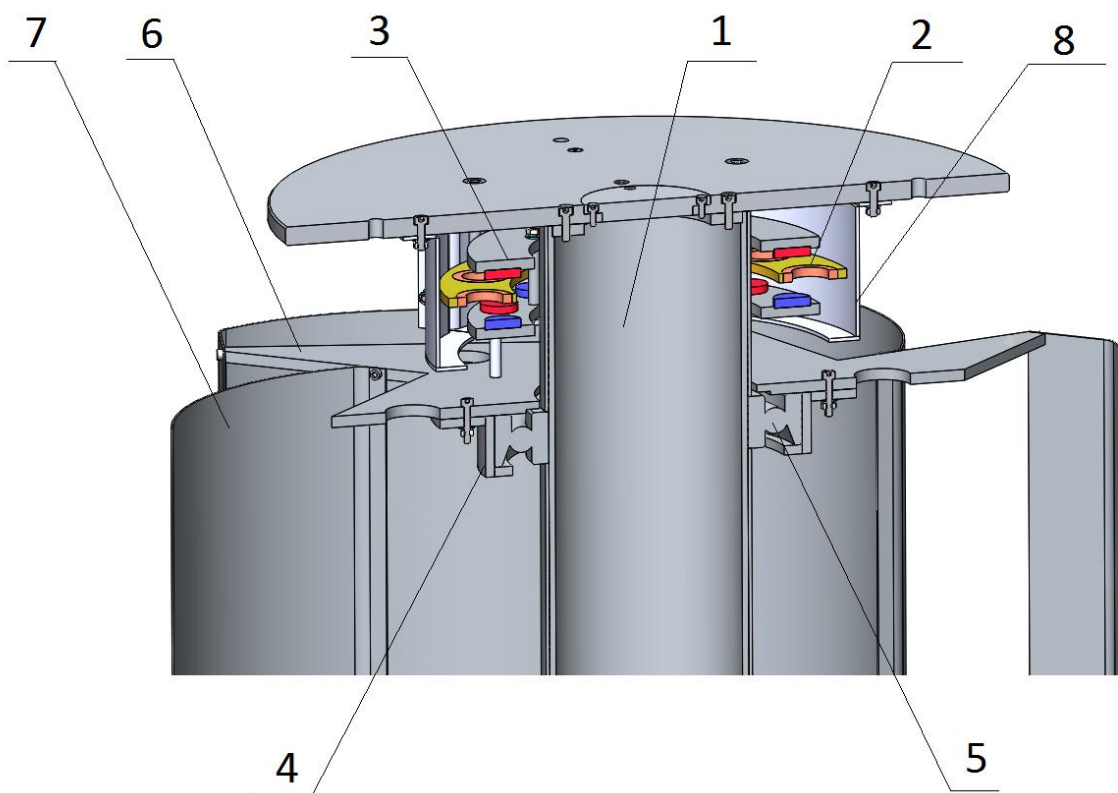


Рисунок 29. Разрез.

1 - несущая опорная конструкция; 2 – статор; 3 – ротор; 4 – стакан; 5 – подшипник; 6 – звезда; 7 – лопасть; 8 – кожух.

Несущая опорная конструкция.

Данная несущая опорная конструкция спроектирована по примеру солнечного модуля. Конструкция состоит из трубы на, которую устанавливаются подшипники и втулки. Материал деталей – Ст3 ГОСТ 380-88.

Ротор и статор.

Ротор конструкции состоит из двух пластин с магнитами, стакана, в котором установлены подшипники и деталь типа «Звезда» Подвижная конструкция спроектирована таким образом, что она была прочной и легкой.

Материал деталей: деталь типа «Звезда» - АМг6 ГОСТ 4784-97, стакан и две пластины - Ст3 ГОСТ 380-88.

Статор состоит из фланца и пластины, в которой установлены намотки катушек. Материал деталей: фланец - Ст3 ГОСТ 380-88, пластина – эпоксидная смола.

Лопастни.

На основе информации, которая представлена в таблице 1, принято выбрать вид лопастей по типу лопастей ротора Савониуса, в количестве 6 штук. Материал - – АМг6 ГОСТ 4784-97, выбор данного материала обусловлен тем, что лопасти должны быть легкие и жесткие.

2.1.2.1 Выбор и расчет генератора.

При выборе электрогенератора учтены особенности работы вертикального ветрогенератора. Так как вертикальный ветрогенератор является низкооборотной установкой, следовательно, необходим генератор, который способен выдавать зарядку на АКБ при низких оборотах. При таких условиях практичнее выбрать генератор аксиального типа на постоянных магнитах, изготовление которого будет производиться самостоятельно. Для увеличения мощности ветряного модуля установим два генератора. Конструкция аксиального генератора представлена на рисунке 30.

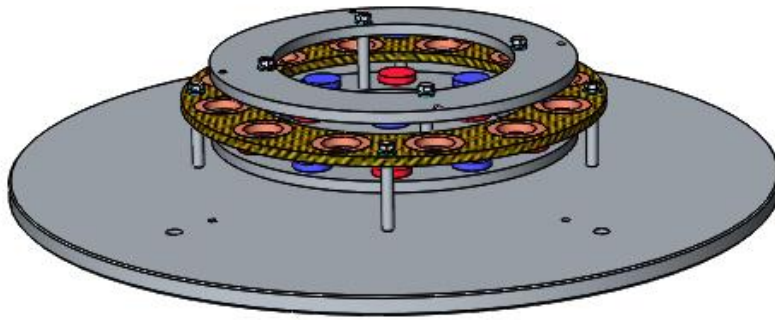


Рисунок 30. Конструкция аксиальный генератора.

Конструкция электрогенератора аксиально типа состоит из следующих элементов:

- 1) Статор, который состоит из формы залитой эпоксидной смолой;
- 2) Намотки катушек, в количестве 12 штук. Катушки находятся внутри, залитой эпоксидной смолой, формы;
- 3) Фланец, к которому крепится статор;
- 4) Ротор, который состоит из двух металлических пластин, которые впоследствии заливаются эпоксидной смолой;
- 5) Неодимовые магниты, а количестве 24 штук.

Для защиты генератора разработан съемный кожух, представлен на рисунке 31.

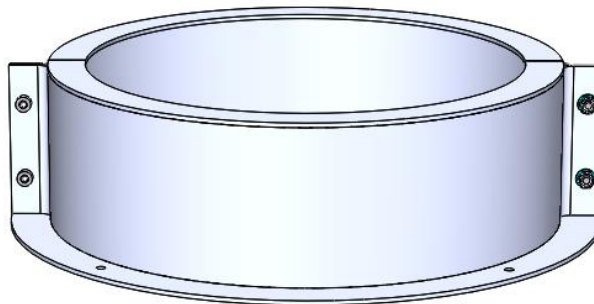


Рисунок 31. Кожух.

Проведем расчет проектируемого ветреного модуля.

Формула мощности установки:

$$P = \frac{\text{КИЭВ} * \left(\frac{\rho * V^3}{2}\right)}{2 * \pi * r^2}, \text{ где}$$

КИЭВ ~ 0,6 - коэффициент использования энергии ветра;
 $\rho = 1,225$ - плотность воздуха, единица измерения – [кг/м³];
 $r = 0,5$ - радиус ротора, единица измерения – [м]
 V - скорость ветра, единица измерения – [м/с]

Скорость ветра примем $V=5$ м/с

$$P = \frac{0,6 * \left(\frac{1,225 * 5^3}{2}\right)}{2 * \pi * 0,5^2} = 36 \text{ Вт}$$

Так как в установке имеется два генератора, следовательно, $P=72$ Вт.

2.1.2.2 Выбор подшипников.

Подшипник для ветряного модуля выбран на основании выбора подшипника в разделе 2.1.1.3.

Выбран радиально-упорный шариковый однорядный подшипник типа 46122. Параметры подшипника:

- $m = 2,020$ кг;
- угол контакта $\alpha=26^\circ$;
- $d=110$ мм;
- $D=170$ мм;
- $B=28$ мм;
- $T=28$ мм;
- $r=3$ мм.

2.1.3 Проектирование платформы.

В основание платформы заливается фундамент. Конструкция платформа состоит из каркаса, изготовленного из швеллера №8, а также трубы, с каждой стороны которого приварены фланцы, уголка, крышки. Материал платформы - Ст3 ГОСТ 380-88. Платформа представлена на рисунке 32.

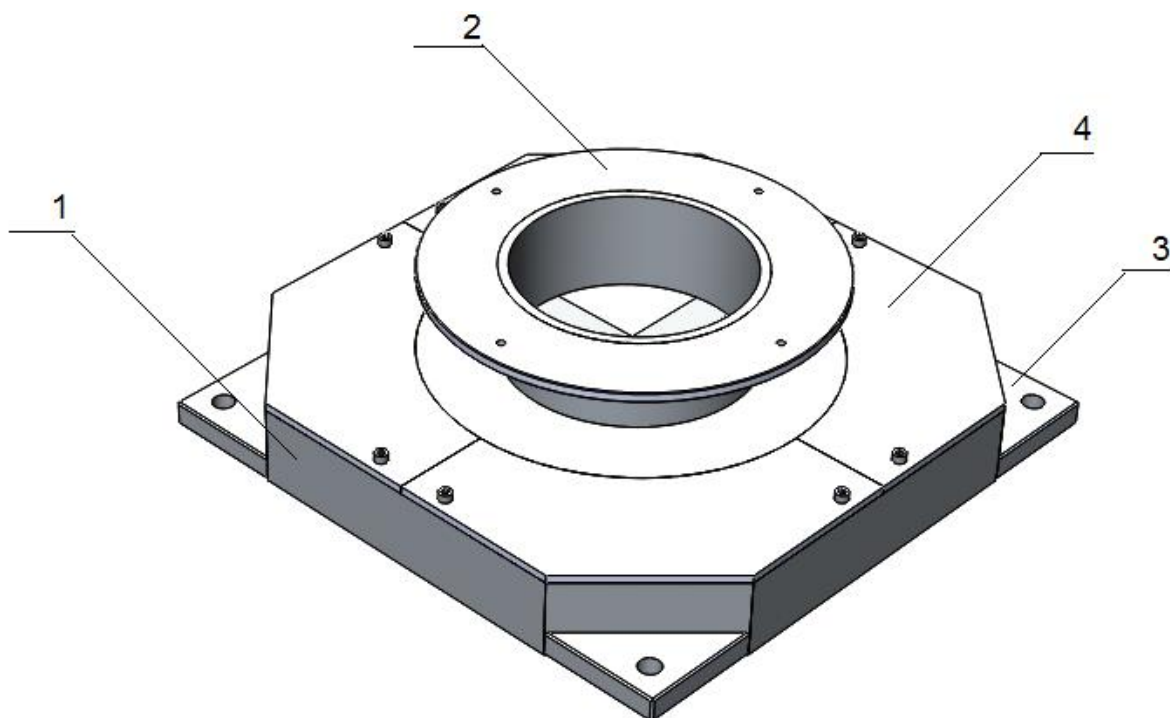


Рисунок 32. Платформа.

1 – каркас; 2 – труба; 3 – уголки; 4 – крышки.

Платформа крепится через анкерный крепеж к фундаменту для удержания конструкции.

2.1.4 Статический анализ.

Произведем статические испытания несущей опорной трубы. Труба должна выдерживать вес установки и боковую нагрузку, создаваемую ветром.

Вес установок: солнечный модуль - 65 кг; ветряной модуль – 47 кг.

1) **Исходные данные:**

- Ст3 ГОСТ 380-88;
- Вертикальная нагрузка - 2600Н.

Вертикальная нагрузка 2600Н эквивалента массе 4 модулей.

Напряжение.

Из испытаний видно, что максимальное напряжение будет на торце трубы величиной - $3,853 \cdot 10^6$ [Н/м²], при текущем пределе текучести $2,068 \cdot 10^8$ [Н/м²].

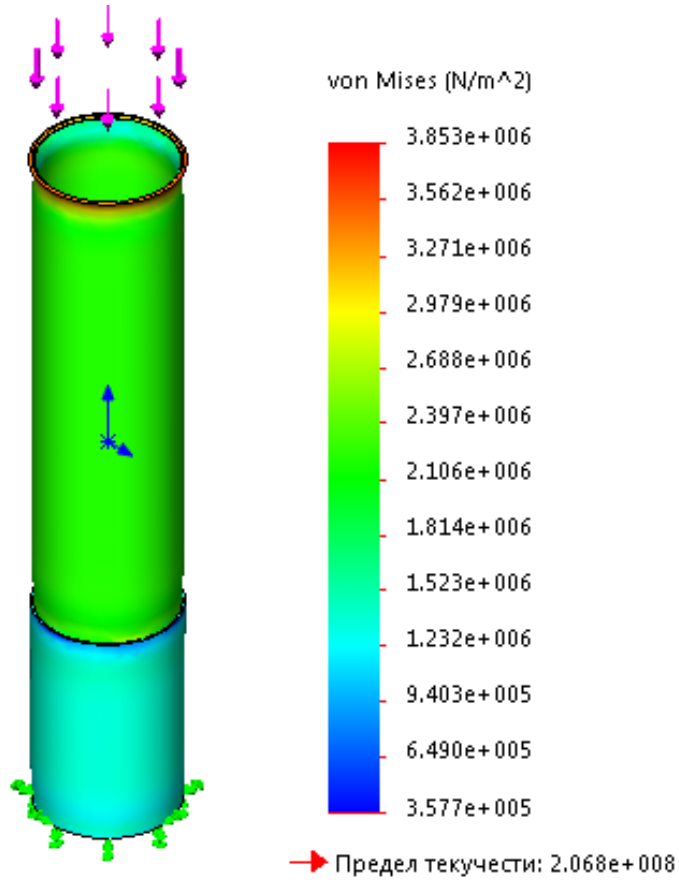


Рисунок 33. Напряжение.

Перемещение.

Из испытаний видно, что максимальное перемещение будет на торце трубы, величиной - 0,00672 мм.

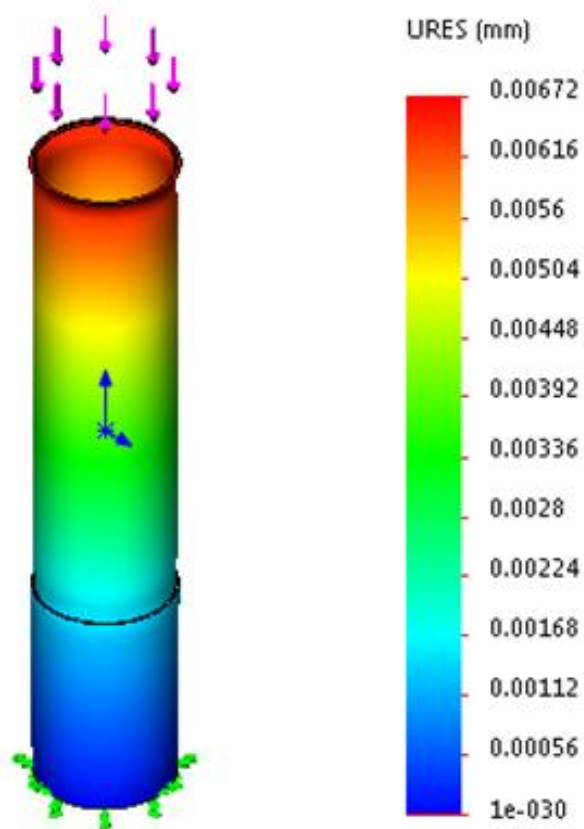


Рисунок 34. Перемещение

2) Исходные данные:

- Ст3 ГОСТ 380-88;
- Боковая нагрузка - 600Н.

Боковая нагрузка в 600Н эквивалентна ветровой нагрузке, приходящейся на солнечные панели.

Напряжение

Из испытаний видно, что максимальное напряжение будет на нижней части трубы, величиной, $6,79 \cdot 10^6$ [Н/м²], при текущем пределе текучести $2,07 \cdot 10^8$ [Н/м²], следовательно, труба выдержит данную нагрузку.

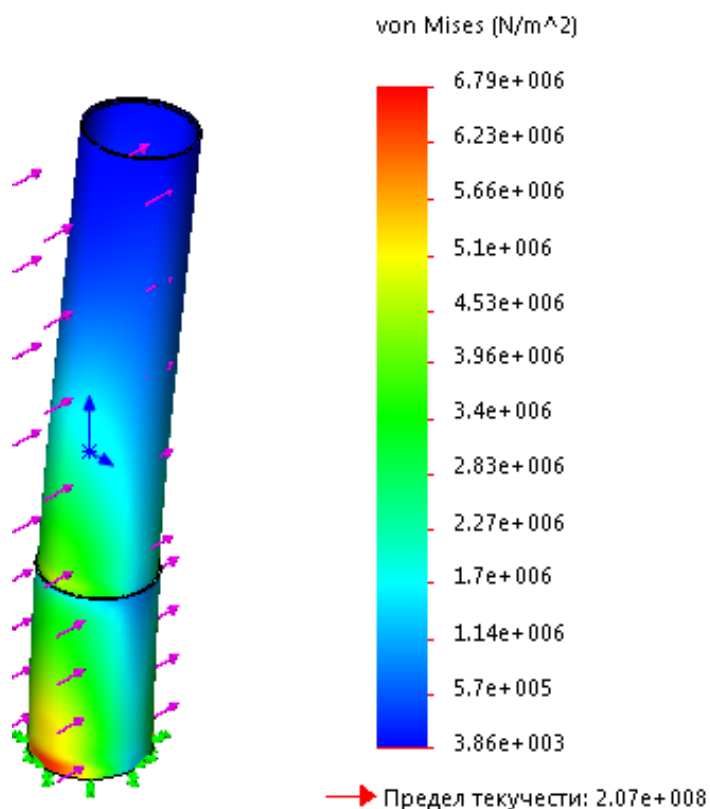


Рисунок. 35 Напряжение.

Перемещение.

Из испытаний видно, что максимальное перемещение будет на верхней части трубы, величиной – 0,0718 мм, следовательно, труба выдержит данную нагрузку.

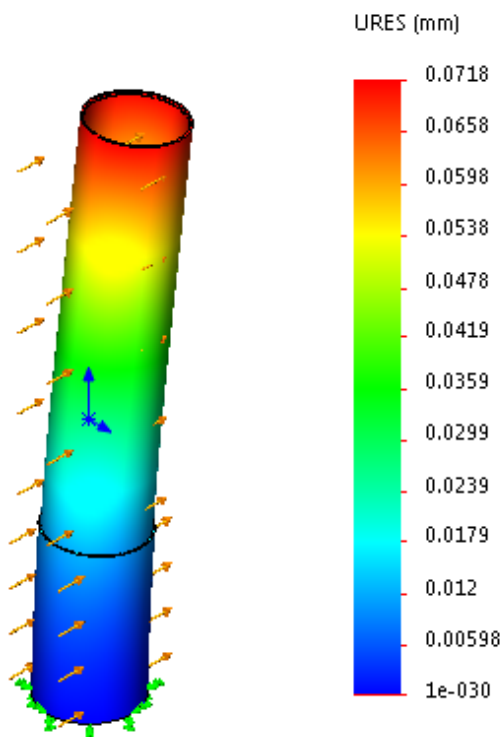


Рисунок 36. Перемещение.

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.

Техническое задание.

Разработать технологический процесс (50 изделий) изготовления звезды.
Чертеж детали предоставлен на рисунке 37.

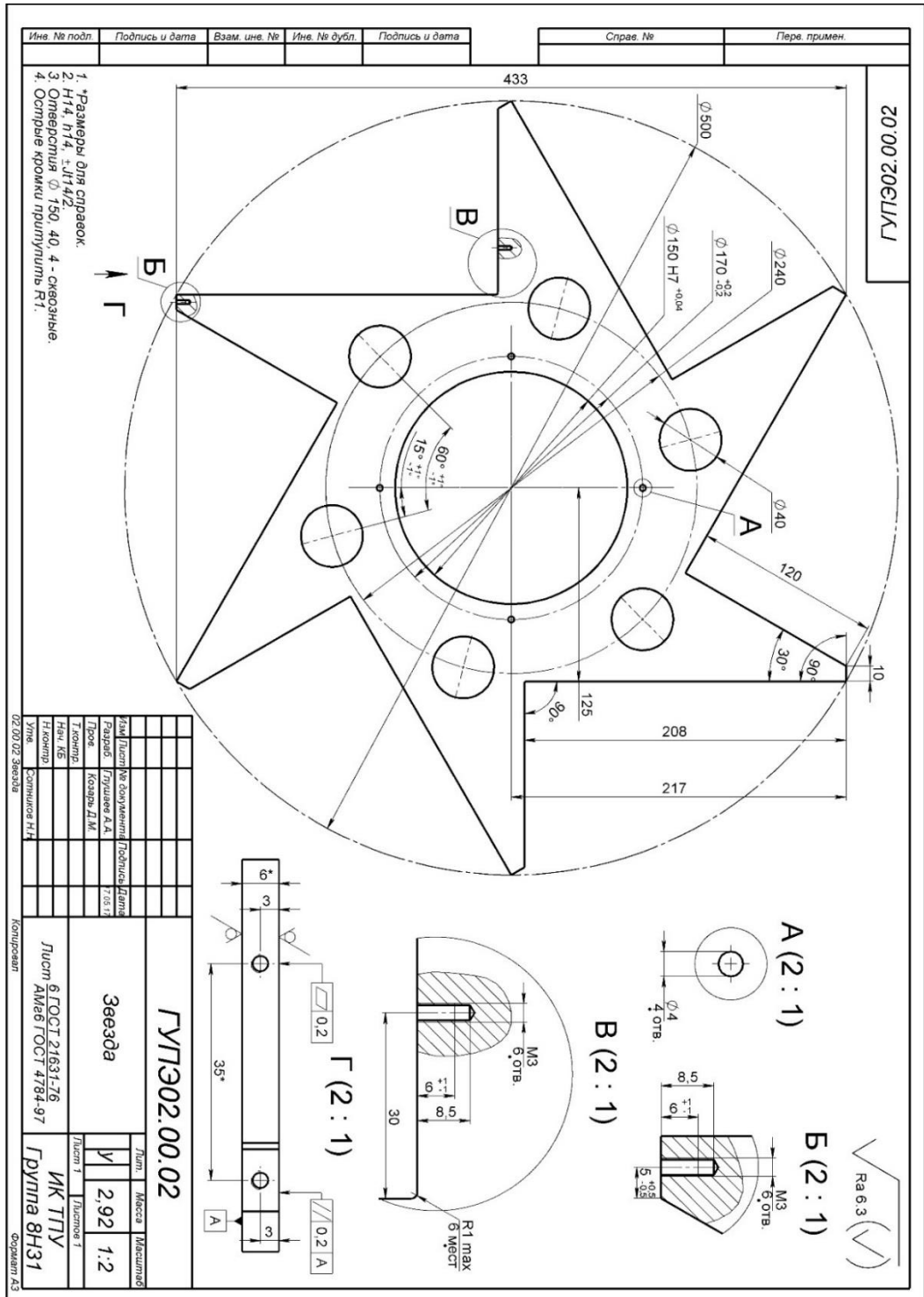


Рисунок 37. Чертеж детали.

3.1 Проектирование технологического процесса изготовления детали.

Главным аспектом разработки технологического процесса изготовления детали является определение такой последовательности обработки детали, при которой будут задействованы технологические возможности системы СПИД, а процесс изготовления детали будет произведен с наименьшими материальными затратами.

Наиболее важным параметром при разработке технологического процесса изготовления детали является рабочий чертеж детали. Процесс проектирования изготовления детали имеет ряд трудностей: необходимость решения задач со многими параметрами. Определение вида и формы технологического процесса изготовления детали зависит от назначения разрабатываемого технологического процесса обработки детали и от возможностей производства, а также от передового опыта. Главным параметром, при определении вида технологического процесса является количество изделий. По условию преподавателя, данный технологический процесс принять как для мелкосерийного типа производства, а значит технологический процесс изготовления детали одного исполнения, типоразмера и наименования не зависит от типа производства.

3.1.1 Анализ технологичности конструкции изделия.

В процессе разработки курсового проекта, так же и на производстве должен проводится тщательный анализ проектируемой конструкции, детали, узла. Целью данного анализа служит выявление возможных недостатков и дефектов у проектируемой конструкции. Анализ проводится по информации, которая содержится в чертежах и всевозможных технических данных, данной конструкции. При обнаружении недостатков проводится устранение дефектов, и как следствие улучшение конструкции.

При проектировании технологического процесса следует проводить тщательный технологический контроль. На рабочих чертежах должно быть обязательное наличие всех необходимых сведений, которые дают наиболее полное представление о разрабатываемой детали. На чертеже должны быть представлены все виды, разрезы и сечения, указаны все размеры, допуски и посадки, а также наличие шероховатости и качество обработки поверхностей. Чертеж должен содержать технические требования и технические характеристики, проектируемой детали, необходимые требования о материале, весе и типоразмер заготовки.

В итоге, технологический контроль является одним из основных этапов при проектировании технологического процесса.

3.1.2 Выбор вида и способа получения заготовки.

Важным параметром при определении вида заготовки является обеспечение заданного качества готового изделия, при наименьшей себестоимости. Для определения себестоимости детали необходимо суммировать себестоимость заготовки заготовительного цеха и себестоимость её следующих этапов обработки до достижения требуемых параметров качества поверхностей. При выборе заготовки следует учитывать формы и размеры проектируемой детали, а также тип производства, вид производства и наличие на производстве оборудования необходимого для обработки детали.

В настоящее время в мире имеются разные возможности и способы получения заготовок. Сущностью мелкосерийного производства является то, что огромная часть заготовки преобразуется стружку, следовательно, можно сделать вывод, что заготовка не совсем соответствует форме готовой детали.

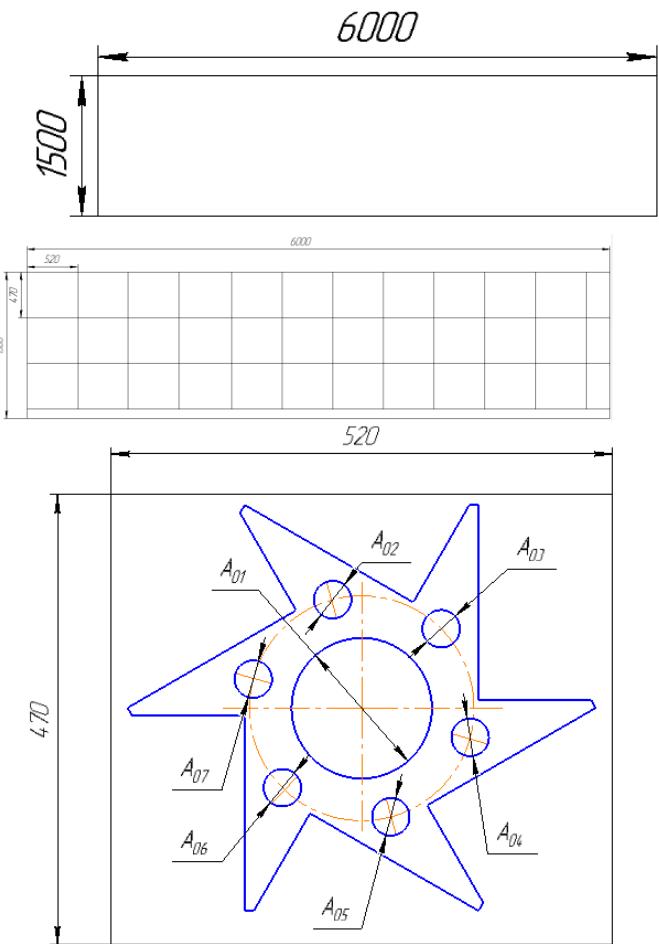
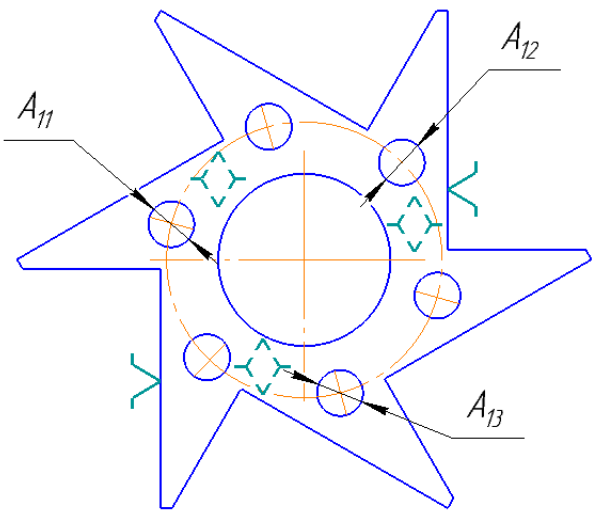
Проведя анализ чертежа, можно сделать вывод, что наиболее выгодный способ получения заготовки - листовой прокат.

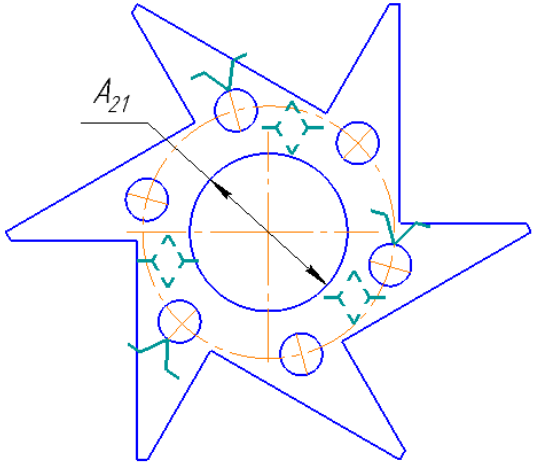
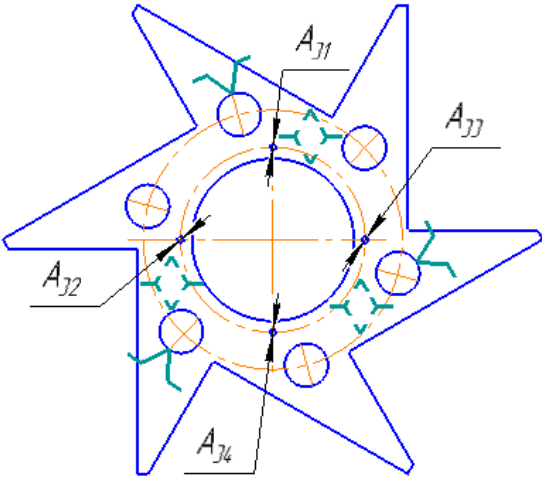
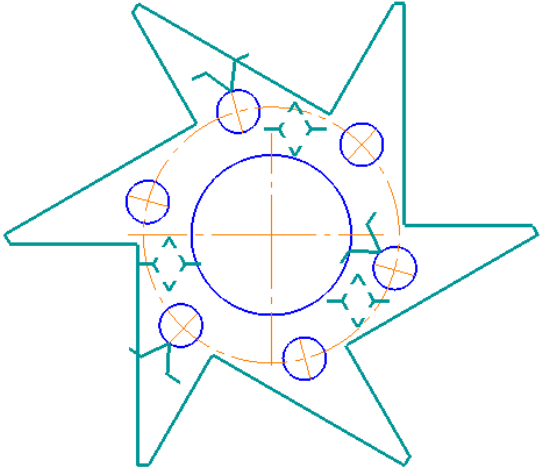
Заготовкой для изготовления детали будет являться листовой прокат ГОСТ 21631-76 из материала АМг6 ГОСТ 4784-97, толщиной 6 мм.

Целесообразность выбора листового проката аргументируется тем, что толщина детали и толщина заготовки одинаковы, поэтому обработка не требует дополнительных операций для создания формы детали.

3.1.3 Составление технологического маршрута.

Для разработки технологического маршрута обработки обозначим исходными данными, это будет являться конструкторский чертеж детали с указанными на нем техническими требованиями, маркой материала, вид заготовки, производства. Данный технологический маршрут выполним в соответствии с ГОСТ 3.1702-79. Маршрут обработки детали занесен в таблицу 2.

Операция	Содержание операции	Эскиз операции
005	<p><u>Заготовительная</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вырезать заготовку по контуру. 2. Резать отверстие A_{01}, напроход начерно. 3. Резать отверстия $A_{02}-A_{07}$, напроход начерно. 	 <p>The drawing consists of three views. The top view is a rectangle with a width of 6000 and a height of 1500. The middle view is a grid with a width of 6000 and a height of 470, with a 520x470 section highlighted. The bottom view is a star-shaped part with a central circle and seven smaller circles arranged in a ring. The holes are labeled A_{01} through A_{07}. The overall width of the star is 520 and the height is 470.</p>
010	<p><u>Сверлильная</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рассверлить отверстия $A_{11}-A_{13}$, начерно. 2. Развернуть отверстия $A_{11}-A_{13}$, получист. 3. Развернуть отверстия $A_{11}-A_{13}$, начисто. 	 <p>The drawing shows a star-shaped part with a central circle and seven smaller circles arranged in a ring. The holes are labeled A_{11}, A_{12}, and A_{13}. The part has chamfered edges, indicated by green dashed lines and arrows. The overall width of the star is 520 and the height is 470.</p>

<p>015</p>	<p><u>Фрезерная</u> 1. Фрезеровать отверстие A_{21}, начерно. 2. Фрезеровать отверстие A_{21}, начисто. 3. Фрезеровать отверстие A_{21}, тонк.</p>	<p>Установ А:</p> 
<p>020</p>	<p><u>Сверлильная</u> 1. Сверлить отверстия A_{31}-A_{34}, напроход насквозь.</p>	<p>Установ А:</p> 
<p>025</p>	<p><u>Фрезерная</u> 1. Фрезеровать, начерно. 2. Фрезеровать внешний контур, начисто.</p>	<p>Установ А:</p> 

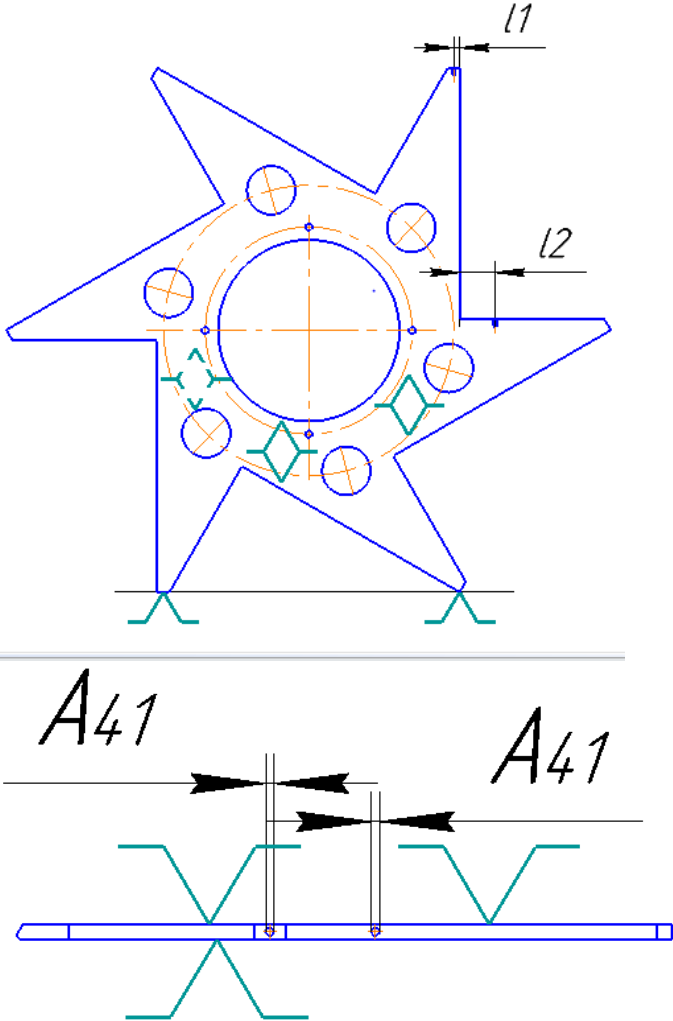
030	<p><u>Сверлильная</u></p> <p>1. Сверлить отверстия A_{41}-A_{42}, под резьбу.</p> <p>2. Нарезать резьбу A_{41}-A_{42}.</p>	 <p>The drawing shows a star-shaped part with a central hole and six smaller holes. Dimensions l_1 and l_2 are indicated. A section view below shows the thread A_{41}.</p>
035	<p><u>Слесарная</u></p> <p>Острые кромки притупить R1.</p>	
040	<p><u>Контрольно-измерительная</u></p>	

Таблица 2.

3.1.4 Расчет припусков на обработку для размера 150H7 (+0,04).

В соответствии с заданием курсового проекта, нужно произвести расчет припусков на обработку и на промежуточные предельные размеры для центрального отверстия диаметром 150H7 (+0,04). Величина погрешности установки ε_y состоит из суммы величины погрешности базирования и величины погрешности закрепления и величины погрешности приспособления.

Принимаем:

- так как технологические базы и измерительные совпадают, то $\varepsilon_6 = 0$
- для нашего случая примем, что $\varepsilon_3 = 0$
- для нашего случая примем, что $\varepsilon_{пр} = 0$

Следовательно, $\varepsilon_{уст} \approx 0$.

Следующим этапом необходимо рассчитать минимальный припуск. Для расчета минимального припуска, при обработке отверстий разных размеров, используют формулу:

$$2Z_{min} = 2 * ((R_z + h)_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2}), \text{ где}$$

$R_{z_{i-1}}$ – высота неровностей профиля на предыдущем переходе;

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

Δ_{i-1} – суммарные отклонения расположения поверхности;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе;

По ГОСТу 25347-82 находим допуски на наши посадки. Значения заносим в таблицу.

Согласно квалитетам, устанавливаем шероховатость R_z и глубину дефектного слоя h для остальных операций [2, стр.88, табл. Б.21].

Качество поверхности для листового проката – нормальная. Примем качество поверхности для обработки на гидроабразивном станке: $R_z = 100$ мкм; $h = 100$ мкм.

Определим качество поверхности на последующих этапах обработки и занесем в таблицу 3:

Таблица 3.

Этап обработки \ Параметр	R_z , мкм	h , мкм
Черновое фрезерование	40	50
Чистовое фрезерование	20	20
Тонкое фрезерование	12,5	15

Значение погрешности Δ_{i-1} для заготовки из листового проката зависит от отклонений от номинального размера, от круглости и от отклонения на увод.

$$\Delta_{заг} = \Delta_{кр} + \Delta_y + \Delta_p$$

Параметр $\Delta_{кр}$ рассчитаем на примере другой детали - круглый фланец, который был получен на гидроабразивном станке. Диаметр внутреннего отверстия фланца $\varnothing 56$ мм. Для этого необходимо найти отклонение от круглости для входного отверстия (рисунок 2):

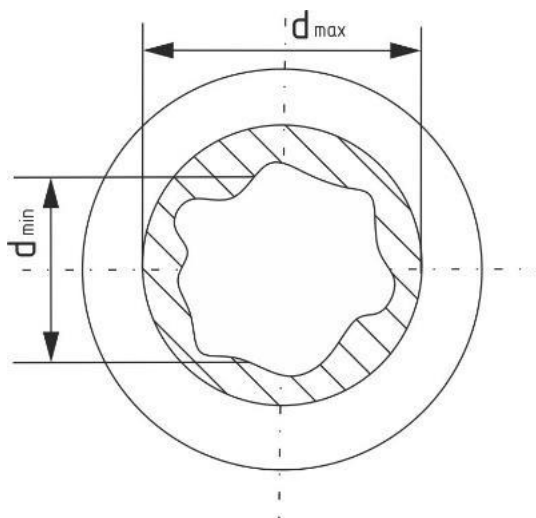


Рисунок 38. Отклонение от круглости диаметра внутреннего отверстия круглого фланца.

$$\Delta_{кр} = \frac{d_{max} - d_{min}}{2}$$

Измеренные диаметры входного отверстия в четырех положениях:

$$d_1 = 55,86 \text{ мм};$$

$$d_2 = 55,79 \text{ мм};$$

$$d_3 = 56,11 \text{ мм};$$

$$d_4 = 55,99 \text{ мм};$$

$$d_{ср} = 55,9375 \text{ мм}.$$

$$\Delta_{кр} = \frac{56,11 - 55,79}{2} = 0,16 \text{ мм} = 150 \text{ мкм}.$$

Отклонение на увод внутреннего отверстия рассчитывается из разницы средних диаметров входного и выходного отверстий фланца, деленной пополам.

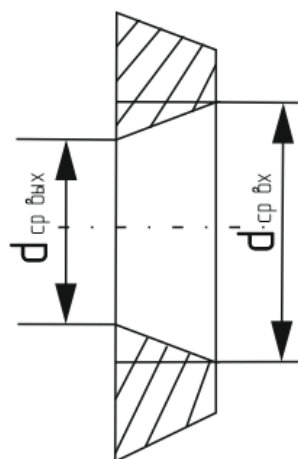


Рисунок 39. Увод выходного отверстия от входного при обработке фланца.

$$\Delta_y = \frac{d_{\text{ср вх}} - d_{\text{ср вых}}}{2}$$

Измеренные диаметры входного отверстия в четырех положениях:

$$d_1 = 55,78 \text{ мм};$$

$$d_2 = 55,75 \text{ мм};$$

$$d_3 = 55,73 \text{ мм};$$

$$d_4 = 55,78 \text{ мм};$$

$$d_{\text{ср}} = 55,76 \text{ мм}$$

$$\Delta_y = \frac{55,93 - 55,76}{2} = 0,085 \text{ мм} = 85 \text{ мкм.}$$

Данное значение получено для круглого фланца $\varnothing 58$, с толщиной 10 мм. Теперь необходимо получить увод на 1 мм толщины, для этого разделим на 10 мм.

$$\Delta_y = \frac{0,085}{10} = 0,0085 \text{ мм.}$$

Также увод находим для толщины заготовки заданного 6 мм.

$$\Delta_y = 0,0085 * 6 = 0,051 \text{ мм.}$$

И последний параметр для получения суммарного отклонения на заготовку – отклонение от размера, принимается для нашей детали $150\text{H}7^{+0,04}$:

$$\Delta_p = 0,04 \text{ мм.}$$

$$\Delta_{\text{заг}} = 0,16 + 0,051 + 0,251 \text{ мм} = 251 \text{ мкм.}$$

Для расчета пространственной погрешности тел вращения, примем заготовку из проката как для горче катанного проката:

- Для черновой:

$$\Delta_{\text{черн}} = \Delta_{\text{заг}} * K_y = 241 * 0,06 = 15 \text{ мкм.}$$

- Для чистовой:

$$\Delta_{\text{чист}} = \Delta_{\text{черн}} * K_y = 15 * 0,04 = 0,6 \text{ мкм}$$

- Для тонкой:

$$\Delta_{\text{тонк}} = \Delta_{\text{чист}} * K_y = 0,06 * 0,02 = 0,01 \text{ мкм}$$

Значения K_y взяты [2, стр.108, табл. Г.1].

Полученные значения заносим в таблицу.

Далее рассчитаем значение ε_y . Погрешность установки на гидроабразивном станке на заготовительной операции будет равна нулю. Погрешность установки ε_y складывается из погрешности базирования и погрешности закрепления. Измерительные и технологические базы совпадают, значит погрешность базирования на последующих операциях равна нулю. Погрешности закрепления, для нашего случая примем $\varepsilon_3 = 0$ и погрешности приспособления $\varepsilon_{\text{пр}} \approx 0$, а значит погрешность установки для всех операций $\varepsilon_{\text{уст}} \approx 0$.

Рассчитываем минимальный припуск.

- Черновое фрезерование:

$$2Z_{\text{min}} = 2 \left[(100 + 100) + \sqrt{251^2 + 0^2} \right] = 902 \text{ мкм.}$$

- Чистовое фрезерование:

$$2Z_{\text{min}} = 2 \left[(40 + 50) + \sqrt{15^2 + 0^2} \right] = 210 \text{ мкм.}$$

- Тонкое фрезерование:

$$2Z_{\text{min}} = 2 \left[(20 + 20) + \sqrt{0,6^2 + 0^2} \right] = 81,2 \text{ мкм.}$$

Рассчитываем размеры максимального и минимального диаметров на определенном переходе обработки:

$$d_{\text{max } i-1} = d_{\text{min } i} - 2Z_{\text{min } i}$$

$$d_{\text{min } i} = d_{\text{max } i} - Td_i$$

Для чистового:

$$d_{3 \text{ max}} = 150 - 0,0812 = 149,9188 \text{ мм}$$

$$d_{3 \text{ min}} = 149,9188 - 0,16 = 149,7588 \text{ мм}$$

Для чернового:

$$d_{2 \text{ max}} = 149,7588 - 0,21 = 149,5488 \text{ мм}$$

$$d_{2 \text{ min}} = 149,5488 - 0,4 = 149,1488 \text{ мм}$$

Для заготовительного:

$$d_{1 \text{ max}} = 149,1488 - 0,902 = 148,2468 \text{ мм}$$

$$d_{1 \min} = 148,2468 - 1 = 147,2468 \text{ мм}$$

Полученные значения запишем в таблицу.

Определяем максимальные значения припусков:

$$2Z_{\max i} = 2Z_{\min i} + Td_{i-1} + Td_i [2, \text{стр.28,}].$$

$$2Z_{\max 4} = 81,2 + 160 + 40 = 281,2 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max 3} = 210 + 160 = 400 = 770 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max 2} = 902 + 1000 + 400 = 2302 \text{ мкм}$$

Общие припуски определяются путем суммирования промежуточных:

$$2Z_{\max} = 281,2 + 770 + 2302 = 3353,2 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min} = 902 + 210 + 81,2 = 1193,2 \text{ мкм}$$

Окончательные результаты заносим в таблицу 4.

Этап обработки\параметр		Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$, мкм.	Расчетный максимальный размер, мм	Допуск T_d , мкм	Квалитет	Принятые размеры, мм		Припуски, мкм	
		R_z	h	Δ	ε_y					d_{max}	d_{min}	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
1. Заготовка		100	100	$\frac{25}{1}$	0	-	$\frac{148,246}{8}$	$\frac{100}{0}$	1 4	$\frac{148,246}{8}$	$\frac{147,246}{8}$	-	-
Фрезер.	2. Черновое	40	50	15	0	902	$\frac{149,548}{8}$	400	$\frac{1}{2}$	$\frac{149,548}{8}$	$\frac{149,148}{8}$	2302	902
	3. Чистовое	20	20	0,6	0	210	$\frac{149,918}{8}$	160	$\frac{1}{0}$	$\frac{149,918}{8}$	$\frac{149,758}{8}$	770	210
	4. Тонкое	12,5	15	$\frac{0,0}{1}$	0	81,2	$\frac{150,04}{8}$	40	7	$\frac{150,04}{8}$	$\frac{150}{8}$	281,2	81,2
-	Общие припуски $2Z_{Omax}$ и $2Z_{Omin}$:											$\frac{3353}{2}$	$\frac{1192}{2}$

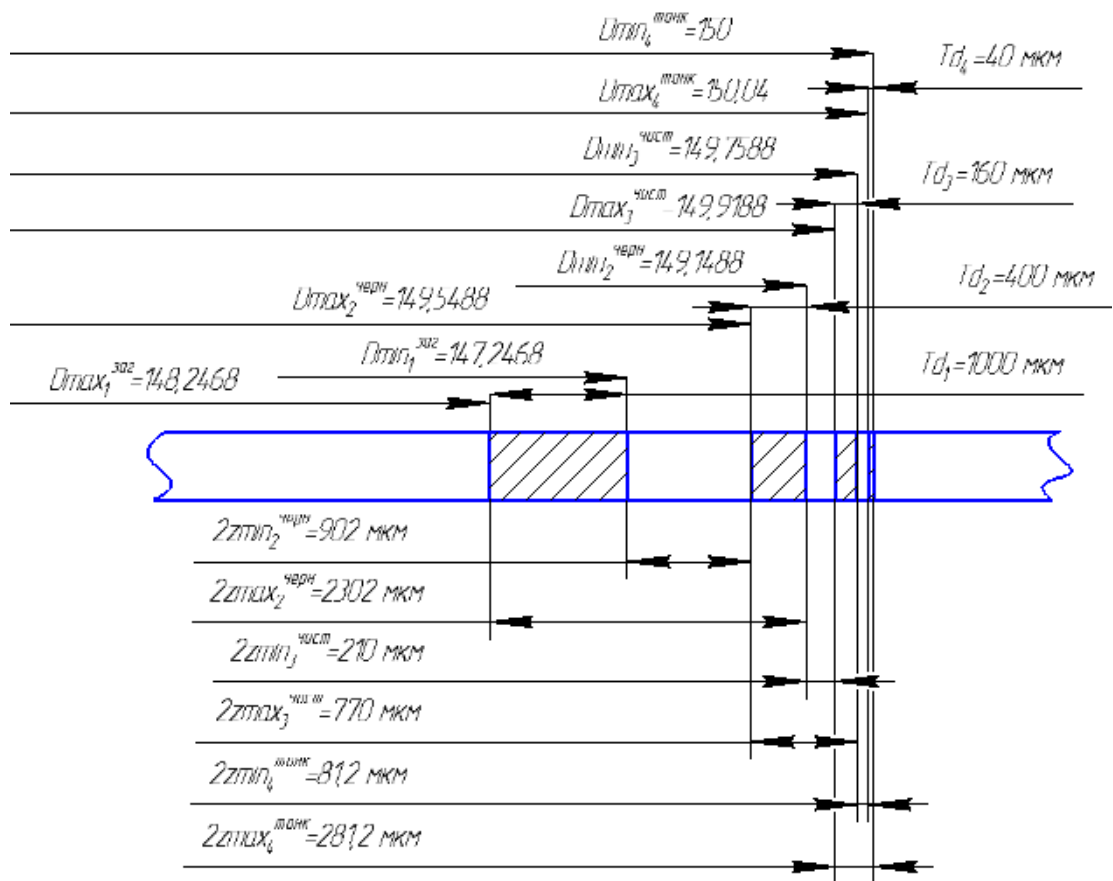


Рисунок 40. Схема расположения припусков и допусков на обработку $\varnothing 150$ H7.

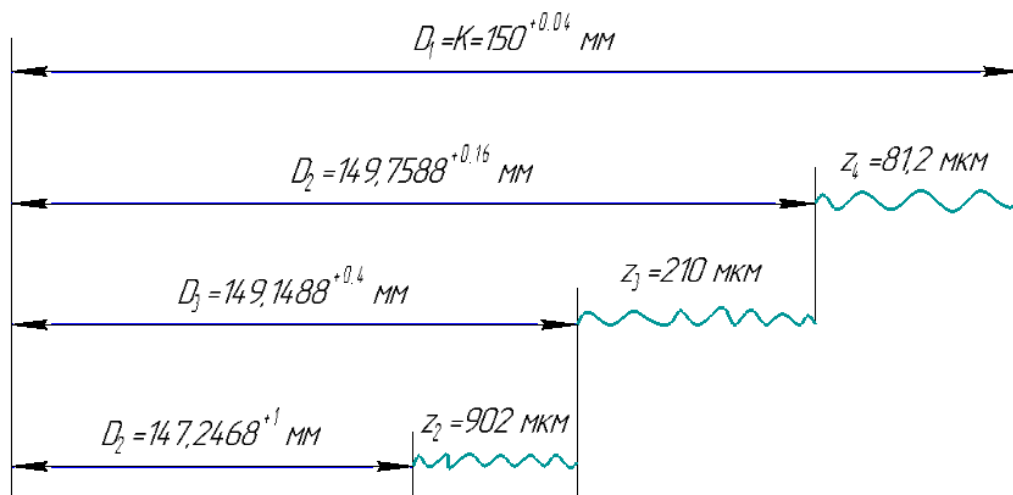


Рисунок 41. Размерная цепь.

3.1.5 Расчет режимов резания.

Режим резания - ряд параметров, такие как: скорость и глубина резания, подача, которая подразделяется на подачу на зуб, подачу на оборот и минутная подачу, также тип и твердость материала, вид и состояние заготовки, мощность станка, жесткость системы СПИД, технические требования к обрабатываемой детали по точности обработки, шероховатости и волнистости поверхности, данные параметры, определяют условия протекания процесса резания.

Скорость резания - это отношение перемещения лезвия инструмента относительно обрабатываемой поверхности ко времени.

Глубина резания - величина расстояния между обрабатываемой поверхностью и поверхностью, которая уже обработана, измеренное перпендикулярно к последней. Единица измерения глубины резания общепринято считать в миллиметрах.

Подача - величина перемещения режущего инструмента относительно заготовки в направлении движения режущего инструмента. Единицы измерения подач: мм/об, мм/мин, мм/зуб.

Кроме того, к элементам режима резания относятся: период стойкости режущего инструмента, частота вращения шпинделя, сила и мощность резания.

Первым, что мы определим это величину глубины резания, величину резания назначают таким образом, чтобы количество проходов было наименьшим. Следующим шагом определяют величину подачи и частоту вращения режущего инструмента, либо обрабатываемой заготовки. Параметры должны быть подобраны таким образом, чтобы достигалась высокая точность обработки, а также высокое качество поверхности, при удовлетворительной производительности.

Расчет режимов резания будем проводить для операции 015 отверстия $\varnothing 150H7$. Расчет режимов резания будем производить в соответствии с главой 4 [1, том 2, с.281]

Металлорежущий инструмент выбираем из главы 3 [1, том 2, с. 174].

Черновое фрезерование отверстия 150H7.

Металлорежущий инструмент – концевая фреза из быстрорежущей стали Р6М5 с коническим хвостовиком ГОСТ 15086-69; $D = 25$ мм; $z=3$. [1, том 2, с. 174].

Глубина резания $t = 0,4$ мм;

Подачу на зуб выбираем по табл. 35 [с. 284, 8]: $S_z = 0,04$ мм/зуб;

Ширина фрезерования $B = 6$ мм.

Скорость резания определяем по формуле [1, том 2, с. 282,]:

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

где C_v , -коэффициент и показатели степени q, y, m, x, u, p возьмем из таблицы 39 [1, том 2, с.289,],

$$C_v = 185,5$$

$$q = 0.35;$$

$$x = 0,3;$$

$$y = 0.2;$$

$$m = 0.33;$$

$$u = 0.1;$$

$$p = 0.1;$$

T - стойкость инструмента, примем $T=90$ мин; [с. 290, 8];

Z — число зубьев фрезы;

K_v — коэффициент, определяется выражением

$$K_v = K_{Mv} K_{Пv} K_{Иv};$$

где $K_{Mv} = 1$ - коэффициент, который учитывает влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания, возьмем из таблиц 1,2 [1, том 2, с. 261-262,];

$K_{uv} = 0,9$ - коэффициент, который учитывает влияние инструментального материала на скорость резания, возьмем из таблицы 6 [1, том 2, с.263];

$K_{Пv} = 1$ - коэффициент, который учитывает влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания, берется из таблицы 5 [1, том 2, с.263].

Тогда:

$$K_v = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0.9.$$

Скорость резания:

$$v = \frac{185 \cdot 25^{0.35}}{90^{0.33} \cdot 0.4^{0.3} \cdot 0.2^{0.2} \cdot 6^{0.1} \cdot 3^{0.1}} \cdot 0.9 = 192 \text{ м/мин};$$

Силу резания определяем по формуле [1, том 2, с. 282]:

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

Так как табличных значений для расчета силы резаний для АМг6 нету, считаем для Стали, с коэффициентом 0.25. [1, том 2, табл. 41]

где C_p - коэффициент и показатели степени q, y, x, u, w берутся из таблицы 41 [1, том 2, с.291]:

$$C_p = 68,2;$$

$$q = 0.86;$$

$$y = 0.72;$$

$$x = 0.86;$$

$$u = 1;$$

$$w = -0$$

K_{MP} - коэффициент, который учитывает условия обработки. Величина данного коэффициента зависит от материала заготовки. [1, том 2, с. 264]:

$$\text{Тогда } K_{mp} = 2;$$

n - частота вращения инструмента, определяется по формуле:

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

$$n = \frac{1000 \cdot 192}{3.14 \cdot 25} = 2445 \text{ об / мин},$$

Тогда, подставляя данные значения в формулу, получим силу резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot 68.2 \cdot 0.4^{0.86} \cdot 0.2^{0.76} \cdot 6^1 \cdot 3}{25^{0.86} \cdot 2445^0} \cdot 2 = 230 \text{ Н};$$

$$P_z = 230 \cdot 0.25 = 57.5 \text{ Н.}$$

$$S_o = S_z \cdot z = 0.2 \cdot 3 = 0.6 \text{ мм/об.}$$

$$S_m = S_o \cdot n = 0.6 \cdot 2445 = 1467 \text{ мм/мин.}$$

Крутящий момент рассчитываем по формуле [1, том 2, с. 290]:

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

$$M_{кр} = \frac{57.5 \cdot 25}{2 \cdot 100} = 7 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Мощность резания определяется по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60},$$

$$N = \frac{57.5 \cdot 192}{1020 \cdot 60} = 0.72 \text{ кВт.}$$

Чистовое фрезерование отверстия 150Н7.

Металлорежущий инструмент – концевая фреза из быстрорежущей стали Р6М5 с коническим хвостовиком ГОСТ 17026-71; D = 25 мм; z=5. [1, том 2, с. 174].

Глубина резания t = 0,16 мм;

Подачу на зуб выбираем по табл. 35 [1, том 2, с. 284,]: S_z = 0,2 мм/зуб;

Ширина фрезерования В = 6 мм.

Скорость резания определяем по формуле [1, том 2 с. 282]:

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

где C_v, -коэффициент и показатели степени q, y, m, x, u, p возьмем из таблицы 39 [с.289, 8],

$$C_v = 185,5$$

$$q = 0.35;$$

$$x = 0.3;$$

$$y = 0.2;$$

$$m = 0.33;$$

$$u = 0.1;$$

$$p = 0.1;$$

T- стойкость инструмента, примем T=90мин; [1, том 2, с. 290];

Z— число зубьев фрезы;

K_v – коэффициент, определяется выражением

$$K_v = K_{Mv} K_{Пv} K_{Иv};$$

где K_{Mv} = 1 [1, том 2, с. 261-262];

K_{Иv} = 0,9 - коэффициент, который учитывает влияние инструментального материала на скорость резания, возьмем из таблицы 6 [1, том 2, с.263];

$K_{ПВ} = 1$ - коэффициент, который учитывает влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания, берется из таблицы 5 [1, том 2, с.263].

Тогда:

$$K_v = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9.$$

Скорость резания:

$$v = \frac{185 \cdot 25^{0,35}}{90^{0,33} \cdot 0,16^{0,3} \cdot 0,2^{0,2} \cdot 6^{0,1} \cdot 5^{0,1}} \cdot 0,9 = 204 \text{ м/мин};$$

Силу резания определяем по формуле [с. 282, 4]:

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

Так как табличных значений для расчета силы резаний для АМг6 нету, считаем для Стали, с коэффициентом 0.25. [1, том 2, с. 291, табл. 41].

где C_p - коэффициент и показатели степени q, y, x, u, w берутся из таблицы 41 [1, том 2, с.291]:

$$C_p = 68,2;$$

$$q = 0,86;$$

$$y = 0,72;$$

$$x = 0,86;$$

$$u = 1;$$

$$w = -0$$

K_{MP} - коэффициент, который учитывает условия обработки. Величина данного коэффициента зависит от материала заготовки [1, том 2, с. 264]:

$$\text{Тогда } K_{mp} = 2;$$

n - частота вращения инструмента, определяется по формуле:

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

$$n = \frac{1000 \cdot 204}{3,14 \cdot 25} = 2598 \text{ об/мин},$$

Тогда, подставляя данные значения в формулу, получим силу резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,16^{0,86} \cdot 0,2^{0,76} \cdot 6^1 \cdot 5}{25^{0,86} \cdot 2598^0} \cdot 2 = 153 \text{ Н};$$

$$P_z = 153 \cdot 0,25 = 38,25 \text{ Н.}$$

$$S_o = S_z \cdot z = 0,2 \cdot 5 = 1 \text{ мм/об.}$$

$$S_m = S_o \cdot n = 1 \cdot 2445 = 2445 \text{ мм/мин.}$$

Крутящий момент рассчитываем по формуле [1, том 2, с. 290]:

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

$$M_{кр} = \frac{38,25 \cdot 25}{2 \cdot 100} = 4,7 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Мощность резания определяется по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60},$$

$$N = \frac{38,25 \cdot 204}{1020 \cdot 60} = 0,51 \text{ кВт.}$$

Тонкое фрезерование отверстия 150Н7.

Металлорежущий инструмент – концевая фреза из быстрорежущей стали Р6М5 с коническим хвостовиком ГОСТ 17026-71; $D = 16$ мм; $z=6$. [1, том 2, с. 174].

Глубина резания $t= 0,04$ мм;

Подачу на зуб выбираем по табл. 35 [1, том 2, с. 284]: $S_z = 0,16$ мм/зуб;

Ширина фрезерования $B=6$ мм.

Скорость резания определяем по формуле [1, том 2, с. 282]:

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

где C_v , -коэффициент и показатели степени q, y, m, x, u, p возьмем из таблицы 39 [с.289, 8],

$$C_v = 185,5$$

$$q = 0.35;$$

$$x = 0,3;$$

$$y = 0.2;$$

$$m = 0.33;$$

$$u = 0.1;$$

$$p = 0.1;$$

T - стойкость инструмента, примем $T=90$ мин; [1, том 2, с. 290];

Z — число зубьев фрезы;

K_v – коэффициент, определяется выражением

$$K_v = K_{Mv} K_{Пv} K_{Иv};$$

где $K_{Mv} = 1$ [1, том 2, с. 261-262];

$K_{Иv} = 0,9$ - коэффициент, который учитывает влияние инструментального материала на скорость резания, возьмем из таблицы 6 [1, том 2, 1, том 2];

$K_{Пv} = 1$ - коэффициент, который учитывает влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания, берется из таблицы 5 [1, том 2, с.263].

Тогда:

$$K_v = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0.9.$$

Скорость резания:

$$v = \frac{185 \cdot 16^{0.35}}{90^{0.33} \cdot 0.04^{0.3} \cdot 0.16^{0.2} \cdot 6^{0.1} \cdot 6^{0.1}} \cdot 0.9 = 291 \text{ м / мин};$$

Силу резания определяем по формуле [с. 282, 4]:

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

Так как табличных значений для расчета силы резаний для АМг6 нету, считаем для Стали, с коэффициентом 0.25. [1, том 2, с. 291, табл. 41].

где C_p - коэффициент и показатели степени q, y, x, u, w берутся из таблицы 41 [1, том 2, с.291]:

$$C_p = 68,2;$$

$$q=0.86;$$

$$y=0.72;$$

$$x=0.86;$$

$$u=1;$$

$$w=-0$$

K_{MP} - коэффициент, который учитывает условия обработки. Величина данного коэффициента зависит от материала заготовки [1, том 2, с. 264]:

$$\text{Тогда } K_{mp} = 2;$$

n - частота вращения инструмента, определяется по формуле:

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

$$n = \frac{1000 \cdot 291}{3.14 \cdot 16} = 5792 \text{ об / мин ,}$$

Тогда, подставляя данные значения в формулу, получим силу резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot 68.2 \cdot 0.04^{0.86} \cdot 0.16^{0.76} \cdot 6^1 \cdot 6}{16^{0.86} \cdot 5792^0} \cdot 2 = 88 \text{ Н ;}$$

$$P_z = 88 \cdot 0.25 = 22 \text{ Н.}$$

$$S_o = S_z \cdot z = 0.16 \cdot 6 = 0.96 \text{ мм/об.}$$

$$S_m = S_o \cdot n = 0.96 \cdot 5792 = 5560 \text{ мм/мин.}$$

Крутящий момент рассчитываем по формуле [1, том 2, с. 290]:

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

$$M_{кр} = \frac{22 \cdot 16}{2 \cdot 100} = 7 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Мощность резания определяется по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60},$$

$$N = \frac{22 \cdot 204}{1020 \cdot 60} = 0.07 \text{ кВт.}$$

3.1.6 Выбор оборудования.

Учитывая размер, форму детали и требуемую мощность выбираем станок с ЧПУ Idroline 1740, Metrom P1000, а также вертикально-сверлильный станок 2Н135.

Гидроабразивный станок с ЧПУ Idroline 1740:



Рисунок 42. Idroline 1740.

Технические характеристики оборудования приведены в таблице 5.

Таблица 5.

Количество осей	5
Наличие щупа для контроля	
Количество гидроабразивных головок	1
Конвейер для удаления отработанного абразива	
Максимальная скорость конвейера, мм/мин	40
Автоматические заслонки рабочей зоны	2
Рабочая скорость, мм/мин (двухкоординатная обработка), мм	0–4000
Величина хода по оси X, мм	4000
Величина хода по оси Y, мм	1700
Величина хода по оси Z (двухкоординатная обработка), мм	250
Величина хода по оси Z (пятикоординатная обработка), мм	150
Диапазон вращения оси, град	±60
Рабочая скорость осей, мм/мин (пятикоординатная обработка), мм	0–10000
Точность осей, град	±0,6
Точность станка, мм	±0,1
Точность позиционирования, мм	0,025
Емкость гидроабразивного бункера, кг	330
Максимальное давление, бар	4150

Мощность насоса , кВт	45
Количество цилиндров	3
Наибольшая толщина реза, мм	250
Потребляемая мощность, кВт	4
Электропитание, В	400
Габариты станка, мм	63400 × 2284 × 1750
Масса станка, кг	5200

Пяти-координатного обрабатывающего центра Metrom P1000:



Рисунок 42. Обрабатывающий центр «Metrom P1000».

Технические характеристики оборудования приведены в таблице 6.

Таблица 6.

№	Параметр	Значение
1	Возможность ведения обработки по 5 координатам	да
2	Количество осей	7
3	Величина хода по оси X, мм	1000
4	Величина хода по оси Y, мм	1000
5	Величина хода по оси Z, мм	500
6	Суммарная мощность, кВт	42
7	Количество слотов в магазине, для	16

	режущего инструмента магазина, шт.	
8	Диаметр стола, мм	1000
9	Частота вращения стола, об/с	6.25
10	Наибольшая величина нагрузки на стол, кг	400
11	Тип двигателей осей	Серводвигатель
12	Двигатель шпинделя	Двигатель постоянного тока
13	Программное обеспечение	Andronic 2060 РКМ
14	Напряжение питания, В	400
15	Частота тока в сети, Гц	50
16	Номинальный ток питания, А	63
17	Номинальный ток главного выключателя, А	100
18	Давление сжатого воздуха, бар	6 – 10
19	Объемный поток сжатого воздуха, л/мин	20
20	Номинальная мощность гидронасоса, кВт	0,37
21	Номинальный ток гидронасоса, А	2,3
22	Коэффициент насосной мощности	0,76
23	Номинальное число оборотов шпинделя, об/мин	1370
24	Максимальное давление в гидросистеме, бар	170
25	Электрическая степень защиты	ШЗ 54
26	Температура хранения, °С	0–50
27	Температура эксплуатации, °С	10 – 35
28	Допустимая влажность воздуха, %	65
29	Габариты станка	2500x3500x3000
30	Масса станка, кг	6000

Вертикально-сверлильные станки 2Н135:



Рисунок 43. Вертикально-сверлильные станки 2Н135:

Технические характеристики оборудования приведены в таблице 6.

Таблица 7.

1	Максимальный диаметр отверстий, которые можно получать при помощи данного станка, мм	35
2	Расстояние между торцом шпинделя и плитой-основанием, мм	700-1120
3	Расстояние между торцом шпинделя и рабочим столом, мм	30-750
4	Наибольший крутящий момент, который может развивать шпиндель, Нм	400 Нм
5	Частота вращения, об/мин	31,5–1400
6	Количество скоростей вращения, мм	12

7	Максимальный ход шпинделя, мм	250
8	Ход шпинделя за один оборот маховичка-рукоятки, мм	122,46
9	Передвижение на одно деление лимба соответствует ходу шпинделя на, мм	1
10	Габариты рабочего стола, мм	450x500
11	Перемещение стола вертикальной плоскости, мм	300
12	Максимальное усилие подачи, кН	15
13	За один оборот шпиндель может совершать подачу в диапазоне, мм	0,1–1,6
14	Все режимы работы станка задаются вручную	
15	Количество ступеней для регулировки подач	9
16	В конструкции оборудования предусмотрена система динамической остановки шпинделя;	
17	Габариты станка 2535x825x1030, мм	
18	Мощность двигателя, кВт	4
19	Масса станка, кг	1200

3.1.7 Нормирование технологических переходов, операций.

Нормирование станочных работ основано на [1, том 2, гл. 13, стр. 874]. Величина нормы времени для выполнения операций на станках, при обработке детали на одном станке состоит из нормы подготовительно-заключительного времени и нормы штучного времени:

$$N_{вр} = T_{ш} + \frac{T_{пз}}{n}, \text{ где}$$

n – количество деталей.

$$T_{пз} = T_{нс} + T_{пси} + T_{д}$$

Для черновой обработки:

$$T_{пз} = 12 + 10 + 0 = 22$$

Где $T_{нс}$ – время на наладку и настройку станка, мин [7, карта 50].

$T_{пси}$ – время на получение и сдачу инструмента и приспособлений, мин [7, карта 50].

$T_{д}$ – дополнительное время [7, карта 50].

Штучное время, затраченное на операцию:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{обс} + T_{пер}, \text{ где}$$

T_o – основное время на изменение формы и размеров заготовки определяем по формуле:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ где}$$

L – величина длины пути, которое проходит инструмент в направлении подачи, при обработке i -го участка, мм.

i – число рабочих ходов резца,

$$T_o = \frac{469}{2445 \cdot 0.6} = 0,31 \text{ мин}$$

$T_{всп}$ – вспомогательное время, мин:

- Время на установку и снятие детали [7, карта 2] 0,09 мин.
- Время на рабочий ход [7, карта 20] принимаем 0,13 мин.
- Время на измерение детали [7, карта 43] принимаем 0,11 мин

$$T_{всп} = 0,33 \text{ мин.}$$

Величина оперативного времени:

$$T_{оп} = T_o + T_{всп} = 0,31 + 0,33 = 0,64 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{обс} = (3 - 8)\% \cdot T_{оп}$$
$$T_{обс} = 0.05 \cdot 0.64 = 0,032 \text{ м}$$

Время перерывов в работе:

$$T_{пер} = (4 - 9)\% \cdot T_{оп}$$
$$T_{пер} = 0,05 \cdot 0,64 = 0,032 \text{ мин}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{обс} + T_{пер} = 0,31 + 0,33 + 0,032 + 0,032 = 0,704 \text{ мин}$$

$$H_{вр} = 0,704 + \frac{22}{50} = 1,144 \text{ мин}$$

Для чистовой обработки:

$$T_{пз} = 12 + 10 + 0 = 22$$

Где $T_{нс}$ – время на наладку и настройку станка, мин [7, карта 50].

$T_{пси}$ – время ан получение и сдачу инструмента и приспособлений, мин [7, карта 50].

$T_{д}$ – дополнительное время [7, карта 50].

Штучное время, затраченное на операцию:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{обс} + T_{пер}, \text{ где}$$

T_o - основное время на изменение формы и размеров заготовки определяем по формуле:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ где}$$

L величина длины пути, которое проходит инструмент в направлении подачи, при обработке i -го участка, мм.

i – число рабочих ходов резца,

$$T_o = \frac{470}{2598 \cdot 1} = 0,18 \text{ мин}$$

$T_{всп}$ – вспомогательное время, мин:

- Время на установку и снятие детали [7, карта 2] 0,09 мин.
- Время на рабочий ход [7, карта 20] принимаем 0,13 мин.
- Время на измерение детали [7, карта 43] принимаем 0,11 мин

$$T_{всп} = 0,33 \text{ мин.}$$

Величина оперативного времени:

$$T_{оп} = T_o + T_{всп} = 0,33 + 0,18 = 0,51 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{обс} = (3 - 8)\% \cdot T_{оп}$$

$$T_{обс} = 0,05 \cdot 0,51 = 0,0255 \text{ м}$$

Время перерывов в работе:

$$T_{пер} = (4 - 9)\% \cdot T_{оп}$$

$$T_{пер} = 0,05 \cdot 0,51 = 0,0255 \text{ мин}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{обс} + T_{пер} = 0,18 + 0,33 + 0,0255 + 0,0255 = 0,561 \text{ мин}$$

$$H_{вр} = 0,561 + \frac{22}{50} = 1,001 \text{ мин}$$

Для тонкой обработки:

$$T_{пз} = 12 + 10 + 0 = 22$$

Где $T_{нс}$ – время на наладку и настройку станка, мин [7, карта 50].

$T_{пси}$ – время ан получение и сдачу инструмента и приспособлений, мин [7, карта 50].

$T_{д}$ – дополнительное время [7, карта 50].

Штучное время, затраченное на операцию:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{пер}}, \text{ где}$$

T_o - основное время на изменение формы и размеров заготовки определяем по формуле:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ где}$$

L - величина длины пути, которое проходит инструмент в направлении подачи, при обработке i -го участка, мм.

i – число рабочих ходов резца,

$$T_o = \frac{471}{5792 \cdot 0,96} = 0,08 \text{ мин}$$

$T_{\text{всп}}$ – вспомогательное время, мин:

- Время на установку и снятие детали [7, карта 2] 0,09 мин.
- Время на рабочий ход [7, карта 20] принимаем 0,13 мин.
- Время на измерение детали [7, карта 43] принимаем 0,11 мин

$$T_{\text{всп}} = 0,33 \text{ мин.}$$

Величина оперативного времени:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_{\text{всп}} = 0,08 + 0,33 = 0,49 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{\text{обс}} = (3 - 8)\% \cdot T_{\text{оп}}$$
$$T_{\text{обс}} = 0,05 \cdot 0,33 = 0,0165 \text{ мин}$$

Время перерывов в работе:

$$T_{\text{пер}} = (4 - 9)\% \cdot T_{\text{оп}}$$
$$T_{\text{пер}} = 0,05 \cdot 0,33 = 0,0165 \text{ мин}$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{пер}} = 0,08 + 0,33 + 0,0165 + 0,0165 = 0,443 \text{ мин}$$

$$H_{\text{вр}} = 0,443 + \frac{22}{50} = 0,883 \text{ мин}$$

4. РАЗДЕЛ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Н31	Глушаеву Александру Александровичу

Институт	ИК	Кафедра	Технологии машиностроения и промышленной робототехники
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.05 «Конструкторско- технологическое обеспечение машиностроительных производств»

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

<p>1. Показатели оценки качества разработки.</p> <p>2. Показатели оценки коммерческого потенциала разработки.</p> <p>3. Сильные и слабые стороны, возможности и угрозы проекта.</p>	<p>– Надежность, простота эксплуатации, возможность автоматизации измерений и т.д.;</p> <p>– Конкурентоспособность, цена, срок выхода на рынок, перспективность рынка, послепродажное обслуживание, и т.д.</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Оценка качества разработки и ее перспективности на рынке с помощью технологии <i>QuaD</i>.</p>	<p>– Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации;</p>
<p>2. Исследование внешней и внутренней среды проекта с помощью <i>SWOT</i>-анализа.</p>	<p>– <i>SWOT</i>-анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта;</p> <p>– для упрощения процедуры проведения <i>SWOT</i>-анализ проводят в табличной форме.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	06.04.2017г.
--	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын В. В.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н31	Глушаев А.А.		

Введение

Разработка данного проекта актуальна, не много ни мало, для всего человечества, так как вопрос добычи электроэнергии альтернативными методами, стоял всегда. Ведь, при получении энергии альтернативными методами, проблема экономичности и экологичности сведена к минимуму, нежели, при использовании традиционных методов добычи энергии.

Целью данного раздела является оценка конкурентоспособности и востребованности проекта на рынке, так как именно эти параметры определяют перспективность разработки.

Для оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения разработанного проекта выполним раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». В данном разделе рассмотрим несколько задач:

- Оценка коммерческого потенциала и оценка качества разработки с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований.

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.

В настоящее время все больше людей стремятся использовать альтернативные источники энергии, из-за дороговизны энергии, которую предоставляет государство, и из-за загрязняющих отходов, которые убивают экологию. В связи с этим разработка модульной конструкции гибридной установки получения электроэнергии является весьма актуальной.

Гибридная установка получения электроэнергии состоит из модулей, которые преобразуют энергию ветра и энергию солнца, соответственно.

Потенциальными потребителями могут быть:

1. Жители удаленных мест (деревни, загородные поселки, частные дома.)
2. Солнечные и ветряные станции;

Сегментацию будем проводить на территории Российской Федерации по географическому месторасположению использования модульной установки, и от времени года. Карта сегментирования представлена в

таблице 8.

Таблица 8. Карта сегментирования рынка использования гибридной установки преобразования энергии.

Параметр		Времена года							
		Лето		Осень		Зима		Весна	
Края Российской Федерации	Алтайский								
	Пермский								
	Приморский								
	Краснодарский								
	Красноярский								

Желтым обозначено наибольшее использование солнечного модуля, а синим обозначено наибольшее использование ветряного модуля, соответственно.

Исходя из таблицы, можно сделать вывод, что наиболее целесообразно использовать гибридную установку в Приморском и Краснодарском краях, менее эффективно использование установки в Алтайском крае. Следовательно, именно на данные края (сегмент рынка) и будет сделан упор в данной работе.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.

На данный момент, в России довольно немного предприятий, которые занимаются разработкой установок, добывающих электроэнергию альтернативными методами. Поэтому, можно сказать, что рынок в данной отрасли еще совсем мал. Но тем не менее есть «игроки», которые уже успели занять свою нишу на рынке.

Все эти организации имеют типовые проекты с возможностью их корректировки заказчиком. Одной из таких компаний является ООО "ЭнергоСток" г. Мурманск. Данная организация занимается разработкой и поставкой оборудования для получения альтернативной энергии. Компания ООО "ЭнергоСток" большую часть своих частей и комплектующих закупает у зарубежных производителей, что является основным недостатком данной организации.

Не менее известным конкурентом является ООО "Автономные системы освещения" г. Москва. Данная организация также занимается разработкой и поставкой оборудования для получения альтернативной энергии. Основным отличием данной организации от ООО "ЭнергоСток" является то, они в меньшей мере зависимы от зарубежных производителей, так как ООО "Автономные системы освещения" имеют собственное производство.

Целью данной работы являлась разработка модульной конструкции гибридной установки получения электроэнергии. Для проектирования установки использовались комплектующие (оборудование) преимущественно отечественных производителей.

В таблице 9 определены главные преимущества и недостатки компаний ООО "ЭнергоСток", ООО "Автономные системы освещения" и нашей разработки.

Таблица 9. Преимущества и недостатки рассмотренных компаний и нашей разработки.

	Преимущества	Недостатки
ООО "ЭнергоСток".	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поставка по РФ. 2. Высокий профессионализм сотрудников. 3. Средняя стоимость услуг и товаров. 4. Высокая производительность установок. 5. Наличие опыта работы в данной сфере. 6. Большой выбор товаров и услуг. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие собственного производства. 2. Зарубежные поставщики комплектующих. 3. Отсутствие уникальных разработок.
ООО "Автономные"	<ol style="list-style-type: none"> 1. Собственное производство. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие уникальных

<p>системы освещения".</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2. Наличие опыта работы в данной сфере. 3. Поставка по РФ и СНГ. 4. Высокий профессионализм сотрудников. 5. Высокая производительность установок. 6. Большой выбор товаров и услуг. 	<p>разработок.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Высокая стоимость услуг и товаров.
<p>Модульная конструкция гибридной установки получения электрической энергии.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уникальный товар. 2. Новый товар на рынке. 3. Отечественные поставщики комплектующих. 4. Модульность конструкции. 5. Гибридность конструкции. 6. Компактность конструкции. 7. Стандартизированные детали. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Новый товар на рынке. 2. Отсутствие собственного производства комплектующих. 3. Отсутствие возможности поставок по всей России. 4. Отсутствие опыта в данной сфере. 5. Высокая стоимость товара.

Как видно таблице 1, у каждого «игрока» есть свои преимущества и

недостатки. Главными преимуществами двух компаний является наличие опыта работы в данной сфере, большой выбор товаров и услуг, а также возможность поставки товара в регионы и за границу. Главное преимущество нашей разработки то что установка является уникальным товаром, товаром, у которого в РФ не имеется аналогов.

В дальнейшем преимущества данных компаний будут учтены, а недостатки устранены.

Проведем анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения с помощью оценочной карты, которая приведена в таблицы 10.

Таблица 10. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес крит-я	Баллы			Конкуренто-способность		
		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. Удобство в эксплуатации	0,13	5	3	5	0,5 2	0,3 9	0,5 2
2. Уровень шума	0,13	4	5	3	0,6 5	0,6 5	0,5 2
3. Безопасность	0,10	4	4	5	0,4	0,4	0,5
4. Качество интеллектуального интерфейса	0,10	3	5	5	0,5	0,3	0,5
5. Ремонтопригодность	0,08	4	4	4	0,3 2	0,3 2	0,3 2
6. Надежность	0,07	3	5	4	0,2 1	0,3 5	0,2 8
7. Производительность	0,12	5	5	5	0,6	0,6	0,4 8
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,10	4	3	5	0,3	0,3	0,3
2. Перспективность рынка	0,04	5	4	4	0,2	0,1 6	0,1 6
3. Цена	0,03	3	3	3	0,0 9	0,1 5	0,1 5
4. Послепродажное обслуживание	0,05	4	5	4	0,2	0,2 5	0,2
5. Срок выхода на рынок	0,05	5	5	5	0,1 5	0,2 5	0,2 5
Итого	1	Суммарная оценка			4,1 3	4,1 2	4,1 8

Бф – разработанная модульная конструкция гибридной установки получения электроэнергии; Бк1 – ветряная установка компании ООО "ЭнергоСток"; Бк2 – солнечная установка компании ООО "Автономные системы освещения"

Анализ конкурентных технических решений рассчитаем по формуле 1:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (1)$$
, где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Преимущество перед конкурентами: программный продукт удобен в эксплуатации, перспективность продукта.

Из сводной таблицы, можно определить, что для увеличения конкурентоспособности на рынке необходимо увеличение нескольких показателей. После реализации нескольких проектов необходимо повысить качество:

- Надежности;
- Интеллектуального интерфейса;
- Привлекательность цены, с постепенным ее снижением.

4.2 Технология QuaD.

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. По своему содержанию данный инструмент близок к методике оценки конкурентных технических решений. Технология может использоваться при проведении различных маркетинговых исследований, существенно снижая их трудоемкость и повышая точность и достоверность результатов.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации. В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по балльной системе, где 1 – наиболее слабая

позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 11.

Таблица 11. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
Удобство в эксплуатации	0,13	85	100	0,85	0,1105
Уровень шума	0,13	87	100	0,87	0,1131
Безопасность	0,1	78	100	0,78	0,078
Качество интеллектуального интерфейса	0,1	95	100	0,95	0,095
Ремонтопригодность	0,08	88	100	0,88	0,0704
Надежность	0,07	72	100	0,72	0,0504
Производительность	0,12	80	100	0,8	0,096
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
Конкурентоспособность продукта	0,1	58	100	0,58	0,058
Перспективность рынка	0,04	87	100	0,87	0,0348
Цена	0,03	66	100	0,66	0,0198
Послепродажное обслуживание	0,05	69	100	0,69	0,0345
Срок выхода на рынок	0,05	67	100	0,67	0,0345
Итого	1	-	-	-	0,795

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum P_i \cdot 100,$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателей качества и перспективности научной разработки; P_i – средневзвешенное значение показателя. Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования.

$$P_{cp} = \sum P_i \cdot 100 = 0,795 \cdot 100 = 79,5 \approx 80.$$

По результатам оценки качества и перспективности разработка имеет оценку перспективно ($P_{cp} = 79,5$) и выгодной для инвестиций. Основные слабые стороны были выявлены при оценке коммерческого потенциала разработки. Основной проблемой являются имеющиеся на рынке конкуренция, цена и сроки выхода на рынок. Данные недостатки устранимы

с помощью выпуска более привлекательного продукта, а также наладка производства (налаженные поставки комплектующих и оборудования, проектирование без простоев и т.д.).

4.3 SWOT-анализ.

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 12. Матрица SWOT

Сильные стороны (С):	Слабые стороны (Сл):
<ol style="list-style-type: none"> 1. Уникальность разработки; 2. Использование стандартных изделий; 3. Использование комплектующих отечественного производителя; 4. Модульность конструкции; 5. Высокая производительность; 6. Компактность конструкции; 7. Востребованность рынка. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Необходимость дополнительного оборудования для загрузки изделий на оборудование; 2. Высокая стоимость. 3. Отсутствие собственного производства; 4. Высокая изготвления точность некоторых частей установки.
Возможности (В):	Угрозы (У):
<ol style="list-style-type: none"> 1. Рост спроса ввиду уникальности разработки; 2. Создание эксклюзивного программного обеспечения для интеграции модулей и их 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие спроса; 2. Нестабильное финансирование; 3. Срыв поставки комплектующих.

штатной работы;	
3. Возможен приток частного капитала;	
Адаптация технологии производства к серийному производству.	

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Для более четкого понимания взаимосвязей в таблице SWOT-анализ реализуем интерактивные матрицы проектов (таблица 13-17).

Таблица 13. Интерактивная матрица сильных сторон и возможностей проекта

		Сильные стороны проекта						
Возможность и проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	B1	+	+	+	+	+	+	0
	B2	+	-	-	+	+	0	0
	B3	-	0	-	-	-	-	-
	B4	0	0	-	0	0	0	+

Таблица 14. Интерактивная матрица слабых сторон и возможностей проекта

		Слабые стороны проекта			
Возможность и проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	-	+	-	0
	B2	0	+	-	+
	B3	-	-	-	-
	B4	-	+	-	-

Таблица 15. Интерактивная матрица сильных сторон и угроз проекта

		Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	У1	-	+	+	-	+	-	+
	У2	-	-	-	-	-	-	-
	У3	-	+	+	-	-	-	-

Таблица 16. Интерактивная матрица слабых сторон и угроз проекта

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	-	+	0	0
	У2	-	-	-	-
	У3	-	-	+	-

Составляем результирующую матрицу SWOT.

Таблица 17. Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Уникальность разработки; 2. Использование стандартных изделий; 3. Использование комплектующих отечественного производителя; 4. Модульность конструкции; 5. Высокая производительность; 6. Компактность конструкции; 7. Востребованность рынка. 	<p>Слабые стороны:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Необходимость дополнительного оборудования для загрузки изделий на оборудование; 2. Высокая стоимость. 3. Отсутствие собственного производства; 4. Высокая изготвления точность некоторых частей установки.
<p>Возможности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рост спроса ввиду уникальности разработки; 2. Создание эксклюзивного программного обеспечения для интеграции модулей и их штатной работы; 3. Возможен приток частного капитала; 4. Адаптация технологии производства к 	<p>В1С1С2С3С4С5С6 - повышение качества продукта</p> <p>В2С1С4С5- повышение функционала установки.</p> <p>В4С7 – выход предприятия на новый уровень.</p>	<p>В1Сл2 – в связи с возможным высоким спросом на установку возможно увеличение стоимости.</p> <p>В2Сл2Сл4 – в связи затратами на создание эксклюзивного программного обеспечения, а так же закупками комплектующих у сторонних производителей вероятно повышение цены на установку.</p> <p>В4Сл2- в связи с перестройкой производства возможно увеличение цены.</p>

серийному производству.		
Угрозы: 1. Отсутствие спроса; 2. Нестабильное финансирование; 3. Срыв поставки комплектующих	У1С2С3С5С7- увеличение спроса путем разработки удобных интерфейсов и понятных алгоритмов эксплуатации. Так же путем убеждения в необходимости приобретения установки. У3С2С3 -	У1Сл2- неизвестность на рынке, вызванная отсутствием спроса на предлагаемые технологии У3Сл3- увеличение времени на ожидание, что может привести к потере прибыли и крупных клиентов;

4.4 Разработка графика проведения научного исследования.

Для наглядной демонстрации разработки проекта создадим диаграмму Ганта.(таблица 18)

Таблица 18. Диаграмма Ганта

	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
Выбор темы ВКР	■					
Составление и утверждение ТЗ		■				
Календарное планирование работ			■			
Проведение литературного обзора			■			
Создание концепции установки				■		
Подбор комплектующих установки				■	■	
Проектирование модели установки				■	■	■
Разработка технологического процесса изготовления детали					■	■
Разработка раздела "Финансовый менеджмент"						■
Разработка раздела "Социальная ответственность"						■
Проверка работы руководителем						■
Составление ПЗ и презентации						■

5. РАЗДЕЛ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт	Институт кибернетики
Направление подготовки (специальность)	15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
Уровень образования	Бакалавриат
Кафедра	ТМСПР
Период выполнения	(осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года)

Студенту:

Группа	ФИО
8Н31	Глушаев Александр Александрович

Тема работы:

Разработка модульной конструкции гибридной установки получения электрической энергии	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	№1393/с от 28.02.2017 г.

Форма представления работы:

Дипломный проект (работа)

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

ЗАДАНИЕ

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, эл – магнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, эле – критической, пожарной и взрывной природы) – негативно воздействия на окружающую природную 	<p><u>Рабочее место</u> – зоны, под открытым небом. Естественная вентиляция воздуха. Освещение: Естественный и искусственный источники. Рабочее оборудование – ПЭВМ.</p> <p><u>Вредные факторы:</u> повышенный уровень шума, повышенный уровень вибрации.</p> <p><u>Опасные факторы:</u> Электрический ток, электромагнитное излучение, подвижные части производственного оборудования.</p> <p><u>Негативное влияние на окружающую среду:</u> бытовые отходы.</p> <p><u>Чрезвычайные ситуации:</u> пожар, глобальные катастрофы.</p>
---	--

<p>среду</p> <p>- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</p>	
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>– ГОСТ 12.2.062-81; – ГОСТ 12.1.012-90; – ГОСТ 12.4.026-2001; – ГОСТ 12.1.003-83; – ГОСТ 12.2.003-91; – ГОСТ 12.2.062-81; – ГОСТ 22.0.02-94; – СанПиН 2.2.4.548-96; – СанПиН 2.2.2/2.4 1340-03 (с изм. 2016 г.); – СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03; – СНиП 2.10.02-84. – СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96</p>
<p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке</p>	
<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико – химическая природа фактора, его связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – Приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – Предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<ul style="list-style-type: none"> – Вредные факторы возникают из-за долгой работы за ПЭВМ. – Шум в негативно сказывается на психофизиологическом состоянии. – (СанПиН 2.2.2/2.4 1340-03: При нахождении на рабочем месте в процессе работы на ПЭВМ, уровень шума не должен превышать 50дБА) – Негативные электромагнитное и ионизирующее излучения отрицательно сказываются на нервной и иммунной систему человеческого организма. – (СанПиН 2.2.2/2.4 1340-03: Напряженность электрического поля при частотах от 5Гц до 2кГц не должна превышать 25В/м, а при частотах от 2кГц до 400кГц не должна превышать 2,5В/м) – Средства защиты: Увеличение перерывов, уменьшение мощности БП и сокращение времени работы.
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты) – термические опасности (источники, средства защиты) – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения); 	<ul style="list-style-type: none"> – <u>Механическое опасности:</u> Источник травмирования: подвижные части производственного оборудования. Защита: защитное ограждение, датчики и кнопки экстренной остановки. – <u>Термические опасности</u> отсутствуют. – <u>Электробезопасность:</u> Источники опасности: Повышенная напряженность электрического поля; Защита: повышение уровня электроизоляции. – <u>Пожаровзрывобезопасность:</u> Возможный пожар вследствие КЗ или попадания воспламеняющихся материалов в рабочую зону.
<p>3. Региональная безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на 	<ul style="list-style-type: none"> – Влияние на селитебную зону отсутствует. – Оборудование не производит вредных и опасных отходов в атмосферу, гидросферу и литосферу

<p>литосферу (отходы);</p> <ul style="list-style-type: none"> – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p><u>Возможная ЧС: Пожар.</u> <u>Превентивные меры:</u> Повышение уровня электроизоляции, устройство оповещения при пожаре, датчики дыма <u>Меры по повышению устойчивости объекта к пожару:</u> соблюдение техники безопасности. <u>Действия и меры по ликвидации пожара:</u> соблюдение техники безопасности, вызов пожарных.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Правовые нормы труда должны соответствовать требованиям СанПиН 2.2.2/2.4 1340-03 и ГОСТ 12.1.003-83</p>
<p>Перечень расчётного и графического материала</p>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Невский Е.С.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н31	Глушаев Александр Александрович		

Введении

В процессе работы была спроектирована модульная конструкция гибридной установки получения электрической энергии и проведены необходимые расчеты с помощью специального программного обеспечения. Для управления данной установкой, наладки оборудования, установки его в рабочую зону, непосредственной эксплуатации, а также наблюдение за правильностью работы установки, необходимо участие человека.

В процессе продолжительной активной работы за ПЭВМ оказывается негативное воздействие на организм человека, это влечет за собой ряд вредных и опасных факторов. Так же в процессе работы установка может оказывать на организм человека крайне негативное воздействие, в случаях, когда обладатель данного оборудования будет протягивать свои части тела в подвижные части (ротор) установки. При не соблюдении правил безопасности и халатном отношении к оборудованию, возможно поражение током человека, а также возникновение пожара и другие чрезвычайные ситуации. Причину возникновения данных ситуаций можно решить путем соблюдения правил безопасности и правил пользования данного оборудования.

Данная часть выпускной квалификационной работы представляет собой анализ вредных и опасных факторов, воздействующих на организм человека в процессе работы и разработке методов по минимизации вредного воздействия данных факторов. Рассмотрены вопросы охраны окружающей среды, противопожарной безопасности, защиты в случае чрезвычайной ситуации, а также правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

5.1 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды.

При проектировании модульной конструкции гибридной установки получения электрической энергии, важное значение сфокусировано на том, чтобы физические, химические и биологические факторы были минимизированы и не оказывали вредного воздействия на людей. Оптимальными условиями труда принято считать условия, при которых человек сохраняет свое здоровье, а также позволяет пользоваться данным оборудованием продолжительное время, без потери качества продукции.

5.1.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте.

Одним из наиболее опасных и вредных факторов является шум, поэтому на рабочем месте должны соблюдаться нормы по уровню шума. Источником шума может являться работающее оборудование. По ГОСТ12.1.003-83, максимально допустимый уровень шума составляет 60дБ.

Шум – это совокупность аperiодических звуков различной интенсивности и частоты (шелест, дребезжание, скрип, и т.п.), способных

оказывать неблагоприятное воздействие на организм.

Из двух модулей, наиболее шумным является установка – ветрогенератор. Ветряные энергетические установки производят две разновидности шума:

- механический шум — шум от работы механических и электрических компонентов (для современных ветроустановок практически отсутствует, но является значительным в ветроустановках старших моделей)
- аэродинамический шум — шум от взаимодействия ветрового потока с лопастями установки (усиливается при прохождении лопасти мимо башни ветроустановки).

Шум, который создается при работе ветрогенератора не превышает допустимых норм, а это 60дБ, следовательно, работа установки не вредит и не опасна для жизни человека.

5.1.2 Повышенный уровень вибрации.

Источником вибрации данной установки может являться вращение ротора ветрогенератора. Вибрация, исходящая от установки свое главное влияние оказывает на подземных жителей (насекомые, кроты, землеройки). Для снижения и предотвращения уровня вибрации на установке предусмотрен жесткий крепёж частей и деталей установки. Так же в данной конструкции предусмотрена платформа, на которую она будет устанавливаться. Одной из функций платформа является снижение уровня вибрации.

Так же стоит отметить, что вибрация, создаваемая установкой может оказывать воздействие на человека, в случае, когда человек будет находиться в состоянии прямого контакта с установкой, которая, в свою очередь, будет находиться в рабочем состоянии. Чтобы избежать данной ситуации не стоит касаться ветрогенератора, находящегося в рабочем состоянии.

Различают два типа вибрации: общая вибрация и локальная.

При общем воздействии вибрации, вибрация влияет на весь организм, в целом. Эти нарушения обычно вызывают головные боли, снижение работоспособности, головокружения, нарушения сна, ухудшение самочувствия, нарушения сердечной деятельности и другие.

При локальном воздействии вибрации, вибрация действует на определённые части тела человека. Верхние конечности наиболее подвержены её воздействию, что приводит к возникновению страшных заболеваний таких, как: запястный туннельный синдром, патогенез и другие.

Наиболее опасна вибрация, которая по своей частоте совпадает с собственной частотой организма.

Согласно ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность», амплитуда вибрации в помещении не должна превышать $0,0072 \times 10^{-3}$ м при частотах от

31,5Гц до 63 Гц.

Для защиты людей от повышенного уровня вибрации, рекомендуется:

1. Уменьшить время работы в зоне с повышенной вибрацией.

5.1.3. Электромагнитное излучение оборудования.

Все устройства и оборудования, которые используются людьми отдают электромагнитное излучение. Электромагнитное излучение при определённых уровнях может оказывать отрицательное воздействие на организм человека, животных и других живых существ, а также неблагоприятно влиять на работу электрических приборов.

Проектируемая установка, как и любой электроприбор во время работы создает электромагнитное поле. Излучение от нашей установки не больше чем от кондиционера или дрели. Солнечные трекеры и ветрогенераторы большой мощности (более 100 кВт) создают более мощное электромагнитное поле, они действительно могут оказывать негативное влияние на здоровье, но их не устанавливают вблизи жилой зоны.

Модульная конструкция гибридной установки получения электрической энергии раздает незначительное и не вредное количество электромагнитного излучения для человека.

В настоящее время предусмотрены нормы излучения по СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96.

Защита от действия электромагнитного излучения

- Экранирование (активное и пассивное; источника электромагнитного излучения или же объекта защиты; комплексное экранирование).
- Удаление источников из ближней зоны; из рабочей зоны.
- Конструктивное совершенствование оборудования с целью снижения используемых уровней ЭМИ, общей потребляемой и излучаемой мощности оборудования.
- Ограничение времени пребывания людей в зоне действия ЭМИ.

5.2 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды.

5.2.1. Подвижные части оборудования.

Подвижные части оборудования представляют собой опасность, для людей, которые так или иначе взаимодействуют с оборудованием. Халатное отношение с оборудованием и неправильное использование техники безопасности, может повлечь серьезные увечья и травмы. Оборудование такого типа должно иметь защиту от внезапного или случайного включения.

Как сказано ранее, подвижные части оборудования представляют собой

опасность, в случае, когда человек будет находиться в состоянии прямого контакта с оборудованием. Поэтому для того, чтобы обезопасить себя от данной ситуации не стоит касаться установки, находящейся в рабочем состоянии.

Данное оборудование должно обеспечивать безопасность людей, которые работают 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.

Требования к безопасности оборудования регламентированы в ГОСТ 12.2.003-91.

Безопасность конструкции оборудования обеспечивается:

1) выбором принципов действия и конструктивных решений, источников энергии и характеристик энергоносителей, параметров рабочих процессов, системы управления и ее элементов;

2) минимизацией потребляемой и накапливаемой энергии при функционировании оборудования;

3) выбором комплектующих изделий и материалов для изготовления конструкций, а также применяемых при эксплуатации;

4) выбором технологических процессов изготовления;

5) применением встроенных в конструкцию средств защиты работающих, а также средств информации, предупреждающих о возникновении опасных (в том числе пожаровзрывоопасных) ситуаций;

6) надежностью конструкции и ее элементов (в том числе дублированием отдельных систем управления, средств защиты и информации, отказы которых могут привести к созданию опасных ситуаций);

7) применением средств механизации, автоматизации (в том числе автоматического регулирования параметров рабочих процессов) дистанционного управления и контроля;

8) возможностью использования средств защиты, не входящих в конструкцию;

9) выполнением эргономических требований;

10) ограничением физических и психофизиологических нагрузок на работающих.

Так же для обеспечения безопасности при работе данной установки рекомендуется:

- Оградить рабочую зону защитными оградами, исключающими возможность проникновения человека в рабочую зону;

Для обеспечения защиты людей от получения травм установлен защитный кожух. Кожух представляет собой каркас с перфорированными листами, которые ограничивают доступ человека к оборудованию, обеспечивают циркуляцию воздуха и доступ света.

Оборудование укомплектовывается нормативно-технической документацией. При выполнении требований эксплуатации при работе,

оборудование должно отвечать требованиям безопасности в течение всего срока службы.

6.2.2 Опасность получения удара током.

Большее количество устройств и оборудования, которые используются людьми находится под напряжением 220В, относится к опасным факторам проектируемой среды.

Во время штатного режима работы оборудования, вероятность быть пораженным электрическим током очень мала, однако нельзя исключать возможные чрезвычайные ситуации. Это ситуации, когда происходят случайные электрические соединения частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Ситуации, когда возможно поражение человека электрическим током:

- При возможном коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания;
- При прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;
- При однофазном (однополюсном) прикосновении неизолированного от земли человека к неизолированным токоведущим частям электроустановки, находящихся под напряжением;
- При прикосновении к нетоковедущим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции.

Мероприятия, обеспечивающие электробезопасность:

- Произвести изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- Произвести установку защитного заземления;
- Наличие общего рубильника;
- Производить своевременный осмотр технического оборудования, изоляции;
- Использовать плавкие предохранители и автоматические выключатели для защиты от КЗ.

Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает на него сложное воздействие, являющееся совокупностью термического, электролитического, биологического и механического воздействий, что приводит к различным нарушениям в организме, вызывая как местные повреждения тканей и органов, так и общее его поражение. Любое из указанных воздействий может привести к электрической травме, т.е. к повреждению организма, вызванному воздействием электрического тока или электрической дуги. В компьютерах огромное количество компонентов, которые содержат токсичные вещества и представляют угрозу человеку и окружающей среде, а именно: свинец, никель, цинк, ртуть, щелочи и пр. Для недопущения попадания вредных веществ в окружающую среду необходимы

специальные методы утилизации компьютеров и их компонентов.

Применяются такие методы как:

- Сепарация металлических компонентов от неметаллических.
- Переработка путем переплавки металлических компонентов, их дальнейшее использование.
- Специализированная переработка и утилизация неметаллических компонентов.

Для увеличения надежности защиты от поражения электрически токком предусмотрено использование средств защиты в сочетании друг с другом.

Для защиты от термических ожогов в случае поражения электрическим токком при работах на электроустановках, рекомендуется применять дополнительные средства защиты в виде термостойких комплектов одежды.

6.3 Региональная безопасность.

В настоящее время, одной из важных задач человечества является защита окружающей среды. Промышленные отходы, которые предприятия выбрасывают в атмосферу, водоемы и недра земли, на данный момент, превышают допустимые санитарные нормы. Для уменьшения количества выбросов в атмосферу следует отказаться от старых методов производства в пользу методов, обеспечивающих безотходность. Поэтому для проектирования была выбрана модульная конструкция гибридной установки получения электрической энергии.

Данная установка является средством добычи электрической энергии наиболее экологичным и безотходным, для окружающей среды, методом. Проектируемую конструкцию нужно устанавливать в открытую зону, на селитебную территорию, так как для работы установки необходимо активное взаимодействие с ветровыми потоками и солнечными лучами.

Селитебная территория – земли, предназначенные для строительства жилых и общественных зданий, дорог, улиц, площадей в пределах городов и поселков городского типа.

Подробное влияние опасных и вредных фактор указано в разделах «Анализ выявленных вредных фактор производственной среды» и «Анализ выявленных опасных фактор производственной среды».

Электричество, которое производится при помощи солнечных батарей, не оказывает вредного воздействия на атмосферу. И никак не загрязняет ни литосферу, ни гидросферу, а также не истощает природные ресурсы, и не несет опасности, как для животного мира, так и здоровья человека.

Единственный реально опасный эффект данного типа энергии связан с получением определенного количества токсических веществ и химикатов, например, кадмия и мышьяка, которые используются при производстве солнечных батарей. Но при продуманной системе утилизация и методов повторного использования частей и деталей установки (подшипники, аккумуляторная батарея), уровень негативного эффекта минимален.

В итоге, при работе установки не возникает вредных отходов, потому что главной особенностью данного оборудования является то, что получение электрической энергии осуществляется альтернативным (солнечная, ветряная электростанции) традиционному (тепловые, атомные электростанции) методу, при котором происходят колоссальные выбросы отходов в атмосферу.

6.4 Защита в чрезвычайных ситуациях.

Данная установка оснащена электрической проводкой, которая находится под напряжением 220В. Проводка питает вычислительную технику. Поэтому нельзя исключать ситуации, когда возможно возгорание оборудования. Наиболее вероятная ЧС – пожар, возгорание. При неправильной эксплуатации оборудования и коротком замыкании электрической цепи может произойти возгорание, которое грозит уничтожением техники, документов и другого имеющегося оборудования.

«Чрезвычайная ситуация; ЧС: Обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.» [ГОСТ 22.0.02-94]

Для увеличения уровня безопасности установка оснащена:

- датчик, реагирующий на возгорание, вызванное КЗ, неправильной экспликацией оборудования.
- быстродействующие коммутационные аппараты с функцией ограничения тока короткого замыкания.

Для исключения возможности возникновения пожара, рекомендуется проводить пожарно-профилактические мероприятия:

- Организационные мероприятия:
 1. Размещение инструкций по предотвращению и борьбе с пожаром.
- Эксплуатационные мероприятия:
 1. Соблюдение техники безопасности при работе оборудования;
 2. Соблюдение норм эксплуатации оборудования;
 3. Обеспечение свободного прохода;
 4. Содержание оборудования в исправном состоянии.

6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности необходимо соблюдение

нормативов и правил ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить. Соблюдение рабочего режима, правил ведения работ и т.д.

В соответствии с ГОСТ 12.2.062-81, оборудование должно быть оборудовано защитными устройствами:

- Исключающими вылет рабочих элементов из рабочей зоны;
- Исключающими взаимодействие человека с движущимися узлами оборудования за пределами рабочей зоны.
- Исключающими расположение не закрытых защитными оградами движущихся элементов оборудования за пределами рабочей зоны.
- Защитные устройства не должны ограничивать возможности установки.
- Оборудование должно быть оснащено кнопками экстренной остановки.

Список ГОСТ:

- ГОСТ 12.2.062-81;
- ГОСТ 12.1.012-90;
- ГОСТ 12.4.026-2001;
- ГОСТ 12.1.003-83;
- ГОСТ 12.2.003-91;
- ГОСТ 12.2.062-81;
- ГОСТ 22.0.02-94;
- СанПиН 2.2.4.548-96;
- СанПиН 2.2.2/2.4 1340-03 (с изм. 2016 г.);
- СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03;
- СНиП 2.10.02-84.
- СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы спроектирована модульная конструкция гибридной установки получения электрической энергии. Проведен обзор альтернативных источников энергии, а также обзор существующих технических решений. Разработаны электрическая схема и кинематические схемы модулей. Подобраны комплектующие, необходимые для работы установки. Проведен статический анализ основания.

Разработан технологический процесс изготовления детали типа «звезда», произведен расчет припусков и режимов резания.

Проведена экономическая оценка качества и перспективности разработки с помощью технологии QuaD, разработка является перспективной и выгодной для инвестиций. Проведен SWOT-анализ, его результаты учтены.

По результатам проделанной работы приобретены необходимые навыки и компетенции в области машиностроения.

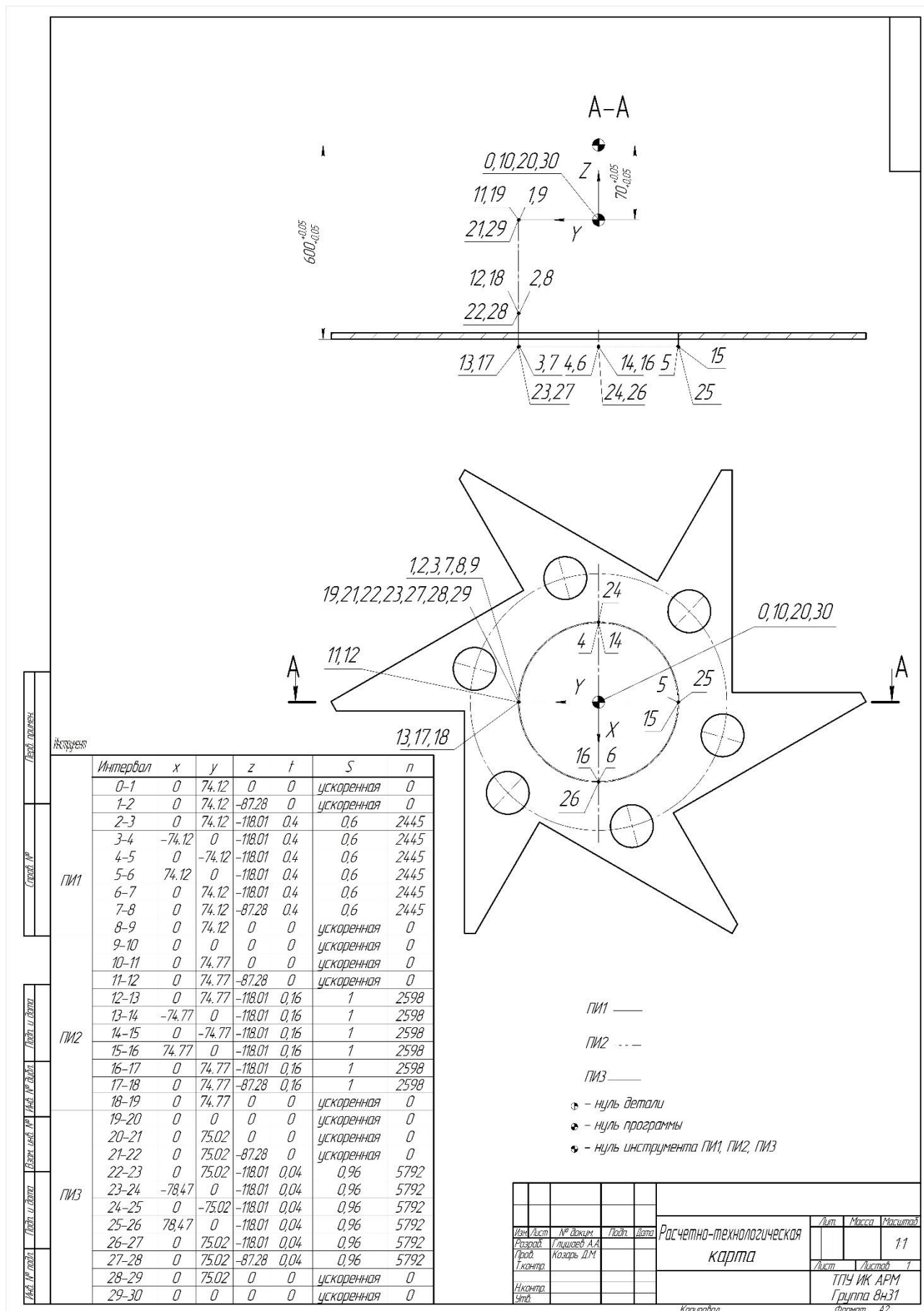
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

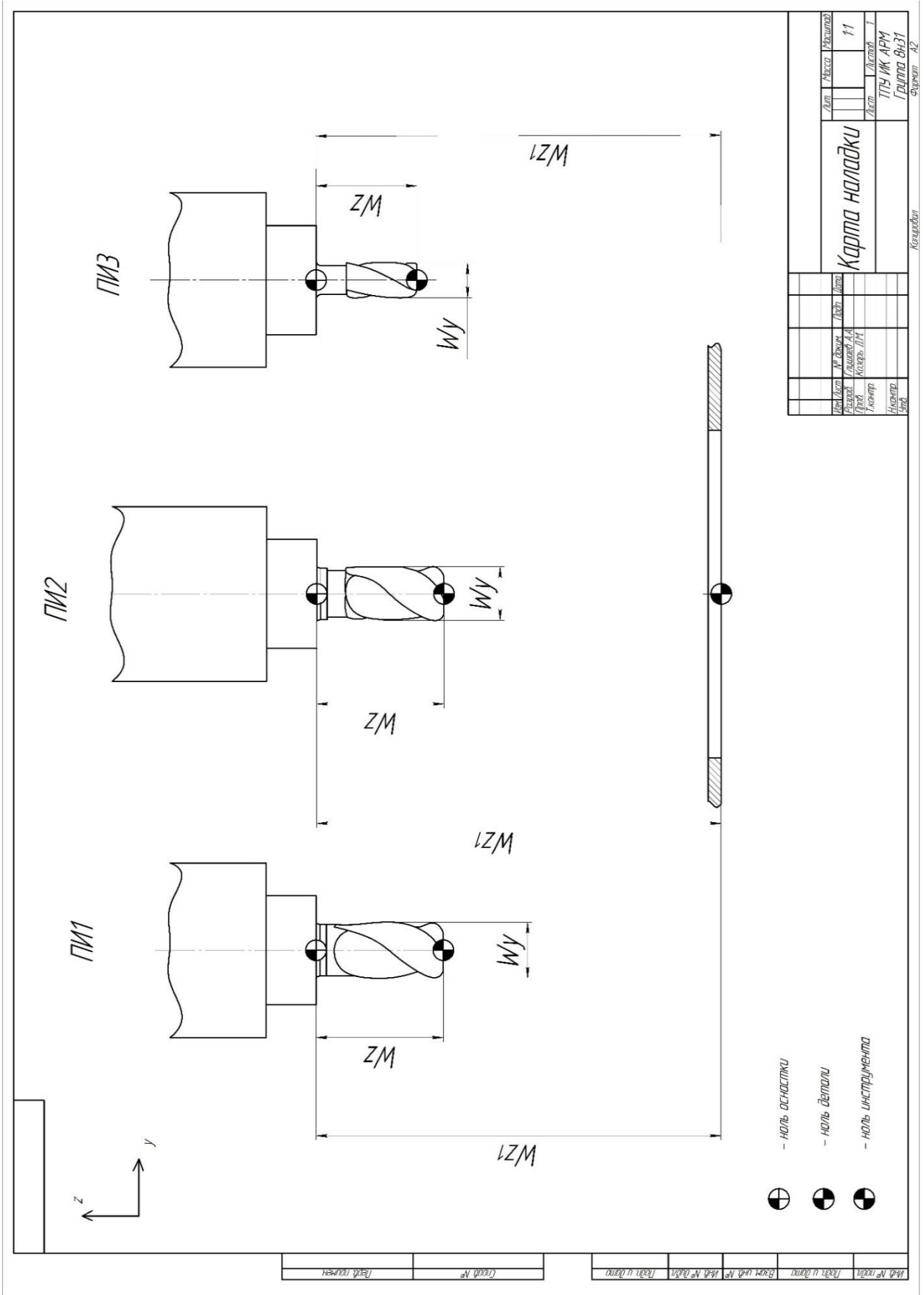
1. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х томах. /под редакцией Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К.: Москва «Машиностроение» 1986 г.
2. Кувалдин Е.И., Перевощиков В.Д.: Расчет припусков и промежуточных размеров при обработке резанием. /учебное пособие; Киров 2005 г.
3. Должиков В.П.: Разработка технических процессов механообработки в мелкосерийном производстве. /учебное пособие; Издательство ТПУ, Томск 2003 г.
4. Авраменко, В.Е. Технология машиностроения. Расчет припусков и межпереходных размеров: Учеб. пособие / В.Е. Авраменко, Ю.Ю. Терсков. Красноярск: ПИ СФУ, 2007. – 88 с.
5. Скворцов, В.Ф. Основы размерного анализа конструкций изделий: Учеб. пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 80 с.
6. Радкевич Я.М. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении. ОАО «Высшая школа» 2007.
7. Центральное бюро нормативов по труду при НИ институте труда государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам.: Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места, подготовительно-заключительного времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках./справочник; Москва, 1984г.
8. http://www.dvfokin.narod.ru/norm/norm_39.htm.
9. Анурьев В. И. Справочник конструктора - машиностроителя: В 3-х т. Т. 1.- 8-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 2001.-920 с., ил.
10. Пушкаренко А.Б. Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов очной формы обучения специальности 1202 «Металлорежущие станки инструменты».- Томск: Изд-во ТПУ, 2005.-20с.
11. Маталин А. А. Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты.-Л.: Машиностроение, 1985-496с.,ил.
12. Справочник конструктора-машиностроителя. в 3-х томах. под редакцией Анурьева В.И. Москва: Издательство «Машиностроение», 1973.
13. "Как сделать самому ветроэлектрический агрегат" Е.М.Фатеев Госэнергоиздат, 1949 г., Ленинград
14. "Ветродвигатели и ветроустановки", Е. М. Фатеев, ОГИЗ, Москва, 1947 г
15. Кремниевые солнечные батареи" Глиберман А.Я., Зайцева А.К., 1961 г., Госэнергоатомиздат.
16. "Системы солнечного тепло- и хладоснабжения", Сарнацкий Э. В., Чистович С.А., Москва, 1990 г., Стройиздат.

17. "Самодельная паровая турбина", А. Абрамов, И. Фролов, Детиздат ЦК ВЛКСМ, М.: Ленинград 1936
18. "Энергетические установки без топлива", Левенберг В. Д., Судостроение, 1987
19. "Нагрузки на элементы ветроэнергетической установки, на ее фундамент и основание", В. В. Елистратов, И. А. Константинов, А. А. Панфилов, Санкт-Петербург, 1999 г., СПбГТУ
20. Биогаз. Теория и практика. Баадер Б., 1982
21. Геотермальная энергия. Берман Э., 1978

Приложение

1.





3.

Дудл.																				
Взам.																				
Подп.																				
Разраб.	Глушаев А.А.																			
Нормир.	Козарь Д.М.																			
Соглас.																				
Т. Контр.																				
Н. Контр.																				
															КП	015				
Наименование операции			Материал			Твердость			ТВ	МП	Профиль и размеры			МЗ	КОИП					
Фрезерная с ЧПУ			АМг6 ГОСТ 4784-97			НВ 65														
Оборудование устройства ЧПУ			Обозначение программы			Т _а	Т _б	Т _с	Т _{ит}	СОЖ										
Metrom P1000						0,57	0,99	66	1,708	Эмульсия										
Р			ПИ		Д или В	l	f	i	S	n	V									
01					ММ	ММ	ММ	-	ММ/ОД	ОД/МИН	М/МИН									
0 02	1. Установить и закрепить заготовку																			
Т 03	Поворотный стол, три срезанных пальца																			
04																				
0 05	2. Фрезеровать отверстие А ₂₁ , начерно																			
Т 06	Фреза ГОСТ 15086-69																			
Т 07	ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89																			
Р 08					ПИ1				0,4	1	0,6	2445	192							
0 09	2. Фрезеровать отверстие А ₂₁ , начисто																			
Т 10	Фреза ГОСТ 17025-71																			
Т 11	ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89																			
Р 12					ПИ2				0,16	1	1	2598	204							
13																				
14																				
15																				
															OK					

4.

Дудл.																			
Взам.																			
Подп.																			
															2				
Р			ПИ		Д или В	l	f	i	S	n	V								
0 01	2. Фрезеровать отверстие А ₂₁ , тонко																		
Т 02	Фреза ГОСТ 17025-71																		
Т 03	ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89																		
Р 04					ПИ3				0,04	1	0,96	5792	291						
05																			
06																			
07																			
08																			
09																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
															OK				

5.