

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

Школа новых производственных технологий
Направление подготовки (специальность) 15.03.05 «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»
Отделение школы (НОЦ) материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование ветрогенераторов для городской среды г. Томска

УДК 621.548.001.63:721 (571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н41	Рындина Юлия Сергеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШНПТ	Крауиньш Д.П.	Кандидат тех- нических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Гаврикова Н.А	-		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШНПТ	Буханченко С. Е.	Кандидат тех- нических наук		

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 информационных технологий и программного обеспечения мирового уровня	Требования ФГОС (ПК3, ПК-5, ПК-11, ПК-18, ПК-19, ПК-46, ПК-48); Критерий 5 АИОР (п.2.8), согласованный с 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 этапах 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	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 автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа новых производственных технологий
 Направление подготовки (специальность) 15.03.05 «Конструкторско-технологическое
 обеспечение машиностроительных производств»
 Отделение школы (НОЦ) материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Буханченко С. Е.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Н41	Рындина Юлия Сергеевна

Тема работы:

Проектирование ветрогенераторов для городской среды г. Томска	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	30.03.2018 №2241

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

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>	<p><i>1. Устанoвка предназначена для получения электрической энергии путём преобразования энергии ветра.</i></p> <p><i>2. Устанoвка представляет собой малоомощный ветрогенератор, адаптированный для работы при малых скоростях ветра.</i></p> <p><i>3. Особенность проекта заключается в том, что был спроектирован не только ветрогенератор, но и конструкции для его применения. За основу был взят принцип разнесения: в конструкциях размещено различное количество ветрогенераторов, которые в сумме могут дать любую требуемую мощность.</i></p>
<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>	<p><i>1. Провести аналитический обзор ветрогенераторов;</i></p> <p><i>2. Провести обзор конструкций с использованием ветрогенераторов в качестве источника выработки электроэнергии;</i></p> <p><i>3. Разработать кинематическую схему и электрическую схему ветрогенератора;</i></p> <p><i>4. Разработать конструкции с использованием спроектированного ветрогенератора;</i></p> <p><i>5. Разработать технологический процесс изготовления детали;</i></p> <p><i>6. Разработать раздел по социальной ответственности проекта;</i></p> <p><i>7. Разработать раздел по ресурсоэффективности и ресурсосбережению проекта».</i></p>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. Сборочный чертеж общего вида установки. 2. Кинематическая и электрическая схемы установки.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гаврикова Н. А. Старший преподаватель ШИП
Социальная ответственность	Невский Е. С. Ассистент ИШХБМТ
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	
Введение	
Заключение	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШНПТ	Крауиньш Д.П.	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н41	Рындина Юлия Сергеевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Разработка конструкций ветрогенераторов для архитектурной среды г. Томска» содержит пояснительную записку, состоящую из 80 страниц. Включает в себя 41 рисунок, 12 таблиц.

Ключевые слова: альтернативная энергетика, ветроэнергетика, ветрогенератор, солнечная панель, модульность конструкции, масштабирование, разнесение.

Объект исследования: преобразование энергии ветра в электроэнергию в условиях города Томска.

Предмет исследования: маломощные ветрогенераторы

Цель работы: создание маломощных ветрогенераторов способных выходить на номинальную мощность при скорости вращения 2 м/с в условиях городской среды.

В процессе работы проведен обзор ветрогенераторов, обзор конструкций с использованием ветрогенераторов. Разработан технологический процесс изготовления детали.

В выпускной квалификационной работе разработан маломощный ветрогенератор типа ортогональный-Савониус, а также конструкции с его применением.

Разработана конструкторская документация и оформлена технологическая карта на изготовление одной из детали.

Данный проект удовлетворяет всем установленным требованиям производственной безопасности.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016. При создании моделей использовался САПР «SolidWorks 2017». При создании схем использовался продукт компании «Аскон» «КОМПАС-3D V17».

Определения

Ротор: Устройство, предназначенное для преобразования энергии ветрового потока в механическую энергию вращения.

Генератор: Устройство преобразования механической энергии вращения в электрическую энергию.

Контроллер: Устройство, предназначенное для контроля заряда аккумулятора, которое не допускает его перезарядки и полной разрядки.

Аккумулятор: Устройство накопления энергии в целях последующего его использования.

Инвертор: Устройство, которое преобразовывает напряжение и постоянный ток в переменный.

Обозначения и сокращения

КИЭВ – коэффициент использования ветра.

ВКР – выпускная квалификационная работа.

ЕСКД – единая система конструкторской документации.

ЭМИ – электромагнитное излучение.

Оглавление

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ.....	2
ЗАДАНИЕ	5
РЕФЕРАТ	7
Определения	8
Обозначения и сокращения.....	8
Введение.....	11
1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ	13
1.1 Ветрогенераторы с горизонтальной осью вращения	13
1.2 Ветрогенераторы с вертикальной осью вращения	16
1.3 Проектирование ветрогенераторов для городских условий.....	19
Вывод.....	22
2. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	23
2.1 Проектирование конструкторских схем	23
2.2 Проектирование ветрогенератора	24
2.2.1 Выбор и расчет генератора	27
2.2.2 Расчет силы завинчивания гайки	32
2.3 Проектирование конструкций с использованием ветрогенератора	33
2.3.1 Дерево-ветрогенератор.....	33
2.3.2 Дерево-ветрогенератор с солнечными панелями	34
2.3.3 Аллея парковой зоны.....	35
2.3.4 Автономный светофор.....	36
Вывод.....	37
3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	38
3.1 Проектирование технологического процесса изготовления	39
детали	39
3.2 Анализ технологичности конструкции детали	39
3.3 Конструкцию детали можно считать технологичной, если она отвечает следующим требованиям:	40
3.4 Выбор вида и способа получения заготовки.....	40
3.5 Расчет припусков на обработку для размера $300 \pm 0,018$ мм	41
3.6 Расчет параметров и технологических размеров.....	45
3.7 Выбор режущего инструмента и расчет режимов резания.....	49
3.7.1 Черновое точение цилиндрической поверхности	49
3.7.2 Черновое точение конической поверхности	50
3.7.3 Черновое точение цилиндрического отверстия.....	51
3.8 Выбор оборудования	52
3.9 Нормирование технологического процесса	52
Вывод.....	55
4. РАЗДЕЛ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»	56
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований	58
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	58

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	59
4.2 Расчет цены изделия	62
Вывод.....	69
5. РАЗДЕЛ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»	70
Введение.....	73
5.1 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды.	73
5.1.1 Шумовой эффект, производимый ветрогенератором	73
5.1.2 Инфразвук и вибрации	73
5.1.3 Влияние ветрогенератора на живую фауну	74
5.1.4 Электромагнитное излучение оборудования	74
5.2 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды.....	75
5.2.1 Подвижные части оборудования.....	75
5.2.2 Региональная безопасность.....	76
5.2.3 Защита в чрезвычайных ситуациях.....	77
5.2.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	77
Вывод.....	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	79
Список литературы	80
Приложение А	81
Приложение Б.....	94
Карта эскизов установ А	94
Карта эскизов установ Б	95
Карта наладки	96
Операционная карта.....	97
Расчетно-технологическая карта	100
Приложение В.....	101
ESSAY	101
Introduction	102
Conclusion.....	104
Приложение Г	105

Введение

Жизнь современного человека просто немыслима без энергии. Отключение электроэнергии представляется катастрофой для современного социума.

На данный момент основным источником получения энергии является органическое топливо (нефть, газ, уголь), но их запасы на нашей планете ограничены, и не сегодня-завтра наступит день, когда они иссякнут, ну а пока эти виды получения энергии не перестают дорожать.

Наиболее важно, что сжигание топлива - не только основной процесс получения энергии, но и важнейший поставщик в окружающую среду загрязняющих веществ.

Решением проблемы загрязнения окружающей среды является использование альтернативных источников энергии, запас которых неисчерпаем. К альтернативным источникам энергии относят: энергию солнца, ветра, недр земли, морских течений, приливов и отливов.

Тема данной работы является актуальной т. к. одним из перспективных направлений альтернативной энергетики является ветроэнергетика, эта отрасль добычи энергии не только активно развивается, но и требует новых разработок для повсеместного распространения в различных типах местности.

Проблема: высокая номинальная скорость и скорость страгивания ветрогенераторов не позволяет активно их использовать в Томской области.

Противоречие:

Между скоростью ветра в пределах города и скоростью ветра, которая нужна для полноценной работы наименее мощного ветрогенератора представленного на данный момент на рынке. Известно, что средняя скорость ветра в Томске составляет 2 м/с, а самые маломощные предлагаемые на рынке ветрогенераторы с мощностью 100-150 Вт имеют скорость страгивания 2 м/с, а на номинал способны выйти лишь при скорости 7-8 м/с. Из этого следует, что использование ветрогенераторов в Томске на данный момент малоэффективно.

Объект исследования: преобразование энергии ветра в электроэнергию в условиях города Томска.

Предмет исследования: маломощные ветрогенераторы.

Цель: создание маломощных ветрогенераторов способных начать выработку электроэнергии для потребителя при скорости вращения 2 м/с и даже менее указанной.

Задачи:

1. Провести аналитический обзор ветрогенераторов;
2. Провести обзор конструкций с использованием ветрогенераторов в качестве источника выработки электроэнергии;
3. Разработать кинематическую схему и электрическую схему ветрогенератора;
4. Разработать конструкции с использованием спроектированного ветрогенератора;
5. Разработать технологический процесс изготовления детали;
6. Разработать раздел по социальной ответственности проекта;

7. Разработать раздел по ресурсоэффективности и ресурсосбережению проекта».

Практическая новизна:

Разработана конструкция маломощного ветрогенератора совмещенного типа ортогональный-Савониус способного начать выработку электроэнергии для потребителя при скорости не более 2 м/с.

Практическая значимость:

Разработаны конструкции для реализации спроектированного ветрогенератора в условиях города Томска. Номенклатура конструкций способна обеспечить энергией различные сферы жизни города такие как: освещение парковых зон и улиц города; снабжение энергией светофоров, небольших торговых павильонов, придомовое освещение жилых массивов города.

1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ

В данном разделе содержится краткая необходимая информация, касающаяся современных ветрогенераторов.

Ветрогенератор – это устройство которое преобразует кинетическую энергию ветра в механическую энергию с дальнейшим преобразованием механической энергии в электрическую.

Ветрогенератор состоит из нескольких узлов. Основными узлами являются ротор (ветроколесо) и генератор.

Принцип действия ветрогенератора заключается в том, что под действием силы ветра начинают вращаться лопасти ветроколеса, вал ветроколеса соединен с валом генератора, в следствие чего ротор генератора начинает вращаться и создает переменное магнитное поле, которое порождает вихревое электрическое, возникает электрический ток.

Ветрогенераторы принято разделять на два основных типа: с горизонтальной и вертикальной осью вращения.

1.1 Ветрогенераторы с горизонтальной осью вращения

Конструкция ветряков с горизонтальной осью вращения такова: генератор и вал ротора находятся на мачте, лопасти ротора ориентированы по ветру.

Маленькие ветряные установки ориентируют с помощью флюгерных систем, для ориентации больших установок используют системы слежения, которые служат для поворота оси вращения на ветер.

Пропеллерный ветрогенератор

Этот тип ветрогенераторов является классическим и полностью отображает конструкцию, описанную выше. Роторы пропеллерного типа бывают одно, двух, трех и много лопастные.

Главным недостатком таких ветрогенераторов является высокая скорость страгивания, а также вибрация, высокий шумовой эффект при работе.

Главным достоинством пропеллерных ветрогенераторов является их высокая эффективность работы, за счет небольших разбросов углов атаки в рабочем режиме, также в горизонтальных пропеллерных ветрогенераторах зачастую есть возможность корректировать угол установки лопастей. [11]

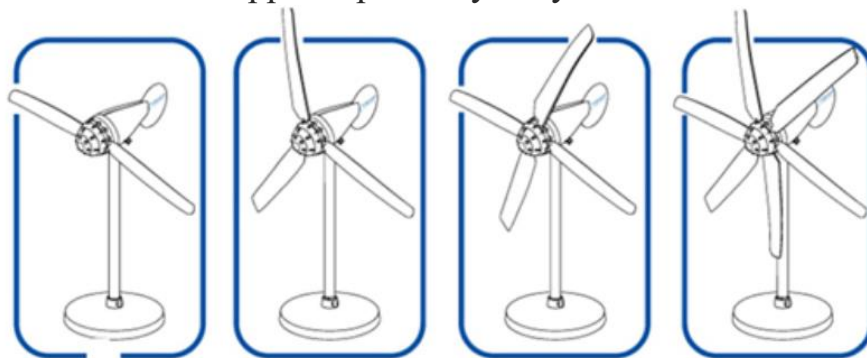


Рисунок 1. Виды горизонтальных ветрогенераторов пропеллерного типа. [11]

В современном мире очень много нестандартных разработок горизонтальных ветрогенераторов таких как: ветрогенератор Онипко, парусный ветрогенератор, ветрогенератор «Дирижабль», ветрогенератор «Попутный ветер».

Ветрогенератор Онипко

Ветрогенератор Онипко имеет конусообразные лопасти и большую площадь контакта с ветром. Главным достоинством ветрогенератора является низкая скорость страгивания, высокий коэффициент использования энергии ветра и бесшумность в работе. Есть и недостатки: сложность в изготовлении, высокая материалоемкость, отсюда большая стоимость. [15]



Рисунок 2. Ветрогенератор Онипко. [15]

Парусный ветрогенератор

Парусный ветрогенератор является альтернативой классического лопастного ветрогенератора. Лопасти представляют собой рамы лепестковой формы, на которые натягиваются паруса. Паруса делаются из плотной синтетической ткани, которая не прихотлива к перепадам температуры и влажности.

Достоинством такого ветрогенератора является то, что он очень быстро улавливает попутный ветер и легко под него подстраивается. Ветрогенератор обладает маленькой скоростью страгивания, не создает шума и прост в транспортировке и эксплуатации, ремонтпригоден, безопасен, прост в монтаже и относительно недорогой. Недостатками ветрогенератора является тихоходность, а также то, что при сильных ветрах ветрогенераторы теряют преимущества и проигрывают лопастным ветрогенераторам из-за усиления трения о воздух. [15]



Рисунок 3. Парусный ветрогенератор. [15]

Ветрогенератор Дирижабль

Эта установка была создана компанией Altaeros Energi. Ветрогенератор является гибридом между дирижаблем и ротором пропеллерного типа.

На данный момент проводятся испытания опытных образцов. Ветрогенератор испытывали на высоте 107 метров. По данным испытаний было выявлено, что данная конструкция способна вырабатывать в два раза больше энергии, чем ветрогенераторы, которые расположены на высотных башнях, однако недостатком является сложность в передаче энергии на землю, трудности в эксплуатации и ремонте, в связи с тем, что ветрогенератор работает на больших высотах. [13]



Рисунок 4. Ветрогенератор Дирижабль. [13]

Ветрогенератор попутный ветер

Ротор ветрогенератора по форме напоминает бутон цветка с пятью лепестками. Достоинствами ветрогенератора являются: бесшумность; безопасность, более выгодное соотношение диаметра ветроколеса и вырабатываемой мощности в отличие от классических пропеллерных конструкций. Однако данный ветрогенератор имеет довольно высокую скорость страгивания, а также сложность в изготовлении ротора. [14]



Рисунок 5. Ветрогенератор Попутный ветер. [14]

Ветрогенератор Energy Ball V 100

Главной особенностью конструкции данного ветрогенератора является наличие лопастей в форме сферы, которые соединены с ротором двумя концами. Достоинствами ветрогенератора являются: высокий КИЭВ, низкий уровень шума. Недостатками ветрогенератора являются: сложность в изготовлении, высокая скорость страгивания. [14]



Рисунок 6. Ветрогенератор Energy Ball. [14]

Ветрогенератор Windtronics

Ветрогенератор Windtronics – изобретение необычной конструкции, в которой ротор одновременно является генератором. На лопастях располагаются магниты, генерирующие электрический ток элементы (катушки) располагаются в корпусе турбины. Главными достоинствами ветрогенератора является: работа при малых скоростях ветра и низкий шумовой эффект. Главные недостатки: сложность в изготовлении, высокая стоимость, большие габариты конструкции. [12]



Рисунок 7. Ветрогенератор Windtronics. [12]

1.2 Ветрогенераторы с вертикальной осью вращения

Вертикальный ветрогенератор – это устройство с осью вращения перпендикулярной направлению ветряных потоков и ориентированной в вертикальном направлении. Ветрогенераторы с вертикальной осью вращения имеют ряд существенных преимуществ относительно классических ветрогенераторов с горизонтальной осью. У них нет конструкции, для ориентирования на ветровой поток. Роторы с вертикальной осью обладают существенно низкой скоростью страгивания. Приводное оборудование для этих ветрогенераторов можно устанавливать на земле. Все это очень удобно и делает вертикальные ветрогенераторы просто незаменимыми в районах с малыми ветрами.

Выделяют пять основных видов роторов с вертикальной осью вращения:

- Ротор Савониус
- Ротор Дарье
- Ротор геликоидной конструкции
- Ротор ортогональной конструкции
- Многолопастной ротор

Ветрогенератор Савониус

Конструкция лопастей ротора Савониус представлена в виде изогнутых полуцилиндров. Работа ротора основывается на разности сопротивлений, которая возникает при обтекании воздушным потоком его лопастей. Выпукло-вогнутая форма лопастей способствует их движению вокруг оси.

Достоинствами ветрогенератора Савониус является работа при небольших скоростях ветра, низкий уровень шума, простота конструкции, ремонтно-пригодность. Недостатком является высокая парусность конструкции. [12]

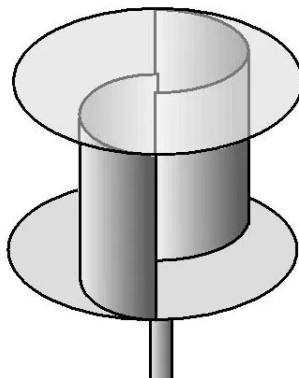


Рисунок 8. Ветрогенератор Савониус. [12]

Ветрогенератор Дарье

Ротор Дарье представляет собой вертикальную ось вращения относительно, который закреплены плоские лопасти у основания и на верхушки оси вращения.

Достоинством данной конструкции является быстроходность. Главным недостатком ветрогенератора является отсутствие самозапуска ротора при низких скоростях ветра, уязвимость ротора к повышенным аэродинамическим нагрузкам, высокий шумовой эффект, вибрации. [11]



Рисунок 9. Ветрогенератор Дарье. [11]

Геликоидный ветрогенератор

В конструкции геликоидного ротора (ротора Горлова) лопасти, расположенные вокруг вертикальной оси, имеют закрученную форму.

Достоинством геликоидного ветрогенератора является равномерность вращения, которой способствует форма лопастей, возможность быстро улавливать ветряные потоки, надежность. К недостаткам относят сложность изготовления, исходя из этого высокая стоимость ветрогенератора, сильный шумовой эффект при работе, высокая скорость страгивания. [16]



Рисунок 10. Геликоидный ветрогенератор. [16]

Ортогональный ветрогенератор

Ортогональный ротор имеет прочную вертикальную ось и несколько параллельных лопастей расположенных на некотором определенном расстоянии.

Достоинства конструкции: ремонтпригодность, простота эксплуатации.

Недостатки конструкции: низкий срок службы опорных узлов, массивная лопастная система, высокий уровень шума. [15]



Рисунок 11. Ортогональный ветрогенератор. [15]

Многолопастной ветрогенератор

Многолопастной ветрогенератор является усовершенствованной версией ортогонального ветрогенератора. Лопасти ротора располагаются в два ряда: внешний лопастной ярус статичен, работает в качестве направляющего аппарата. Внешний ярус улавливает, захватывает и сжимает ветряной поток, тем самым увеличивает скорость ветра. Внутренний ряд лопастей подвижен, на лопасти внутреннего ряда под определенным углом попадает ветер от неподвижных лопастей.

Достоинства многолопастного ветрогенератора: высокий КИЭВ, работа при малых скоростях ветра.

Недостатки многолопастных ветрогенераторов: высокая материалоемкость, сложность изготовления, высокая стоимость, высокий звуковой фон. [15]



Рисунок 12. Многолопастной ветрогенератор. [15]

1.3 Проектирование ветрогенераторов для городских условий

В условиях современного мира в конструировании тех или иных изделий учитываются не только функциональные особенности конструкции, но и декоративные.

В городской среде РФ ветрогенераторы используются в качестве источников энергии в осветительных установках и автономных светофорах, в то время как за рубежом уже прогрессирует тенденция установки ветрогенераторов на многоэтажные жилые и не жилые помещения, с целью обеспечения их электроэнергией.

Дерево-ветрогенератор

Французские инженеры разработали дерево лепестками, которого являются вертикальные закрученной формы ветрогенераторы. Высота дерева 3 метра, на дереве располагается 72 лепестка. [18]



Рисунок 13. Дерево-ветрогенератор. [18]

Главным достоинством данной конструкции является гибкая система регулировки мощности установки: например, для того, чтобы увеличить мощность, достаточно добавить нужное количество ветрогенераторов на дереве, а для того, чтобы уменьшить, нужно в свою очередь убрать некоторые ветрогенераторы. Исходя из того, что требуемая мощность установки достигается регулировкой количества ветрогенераторов, их делают небольших габаритов, в результате чего ветрогенераторы обладают малой массой и момент их страгивания уменьшается. Так французское дерево-ветрогенератор имеет скорость страгивания 4 м/с. Дополнительным плюсом дерево-ветрогенератора является бесшумность в работе.

Стоимость французского дерева очень высокая, составляет порядка 35 тысяч долларов.

Более дешевым прототипом французского дерева стало украинское дерево-ветрогенератор. Высота этой установки составляет 6 метров. Номинальная мощность каждого лепестка составляет 50 Вт. Лепестки изготовлены из пластмассы и начинают вращение при скорости 2 м/с, при скорости 8 м/с, мощность выработанной электроэнергии достигает, заявленные 50 Вт, при скорости ветра порядка 14 м/с дерево может вырабатывать 7 кВт. Всего на дереве 15 лепестков, их количество также можно добавлять и уменьшать. Украинское дерево также бесшумно в работе, его стоимость составляет порядка 150 тыс. рублей. [18]



Рисунок 14. Дерево-ветрогенератор украинский аналог. [18]

Несмотря на то, что данные конструкции являются несомненным прорывом в ветроэнергетике, есть некоторые аспекты, которые необходимо улучшить: скорость страгивания французского дерева составляет 4 м/с, а украинского 2 м/с, а на номинал украинское дерево выходит при скорости 8 м/с, это не рентабельно, в районах, где бывает очень маловетренная погода, идеальным можно считать начало работы ветрогенераторов при скорости ветра 0,3-0,5 м/с и выход на номинал при скорости 2 м/с.

Ветрогенераторы в многоэтажных зданиях

В современном мире насчитывается уже далеко не один проект конструкции многоэтажного дома с ветрогенераторами. Одним из ярких примеров стал проект жилого небоскреба Strata tower в Лондоне.

В верхней части дома располагаются 3 ветряные турбины, которые генерируют энергию, необходимую для здания. Высота дома составляет 147,9 метров.

Главным достоинством данной конструкции является независимость дома от центральной электрической сети, а также возможность размещения ветрогенератора на максимально открытой поверхности.

К недостаткам относятся: шумы и вибрации, возможная потеря эффективности ветрогенератора под воздействием турбулентности, дороговизна проекта. [15]



Рисунок 15. Небоскреб Strata tower. [15]

Гибридные осветительные установки

Гибридные осветительные установки широко распространены в компоновке ветрогенераторов и солнечных батарей.

Солнечные батареи могут быть установлены стационарно, либо с системой слежения. Ветрогенераторы используются, как с вертикальной, так и с горизонтальной осью вращения. [16]



Рисунок 16. Осветительная установка с горизонтальным ветрогенератором и стационарными солнечными панелями. [16]

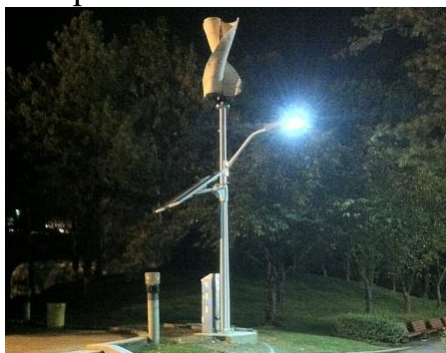


Рисунок 17. Осветительная установка с вертикальным ветрогенератором с турбинным ротором и стационарными солнечными панелями. [17]

Данные установки размещаются в городские парках и скверах, на улицах города.

Автономный светофор

Как на улицах города, так и на загородных трассах распространена установка автономных светофоров, работающих на энергии солнца и ветра. Эта конструкция просто незаменима в современных реалиях, когда отключение электричества влечет за собой большие затруднения движения на дорогах. [17]



Рисунок 18. Автономный светофор, Богошовский тракт, город Томск. [17]

Ветрогенератор-лавочка

В современных ветроэнергетических модулях инженеры смогли добиться не только выполнения конструкциями прямых задач, но и косвенных. Так в Америке был спроектирован вертикальный ветрогенератор, который не только обеспечивает электроэнергией, но и служит в качестве лавочки, которая сохраняет примерно одну и ту же температуру в разную погоду. Таким образом посетитель парка может присесть на лавочку, воткнув штепсель зарядника своего телефона или ноутбука в розетку установки. [18]



Рисунок 19. Ветрогенератор-лавочка. [18]

Главным недостатком данной конструкции является незащищенность лавочки от дождя и возможное замыкание в проводах конструкции при попадании влаги в розетку, что может привести к аварийным последствиям.

Вывод

В данном разделе были рассмотрены достоинства и недостатки, имеющиеся в представленных ветрогенераторах, а также конструкции с их использованием. Проведенный обзор дает возможность выбрать наиболее подходящий ветрогенератор для условий г. Томска и спектр идей для разработок по внедрению выбранного ветрогенератора.

2. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Проектирование конструкторских схем

Начальным условием проектирования конструкции ветрогенератора является разработка кинематической и электрической схемы.

Кинематическая схема.

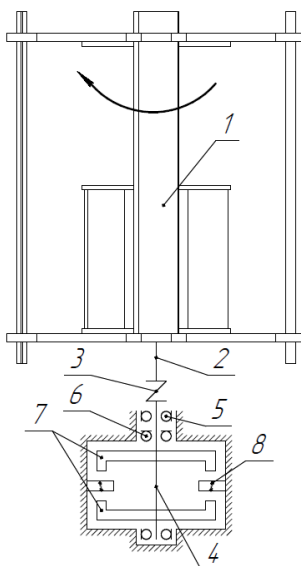


Рисунок 20. Кинематическая схема ветрогенератора.

1 – ротор; 2 – вал ротора; 3 – муфта; 4 – вал генератора; 5 – радиальный подшипник; 6 – упорный подшипник; 7 – магниты; 8 – катушки.

На рисунке 20 представлена кинематическая схема ветрогенератора. На которой под цифрой один изображен ротор, вращение которого указано стрелкой. Вал ротора жестко закреплен муфтой с валом генератора. Для уменьшения силы трения при вращении вала ротора с валом генератора в корпус генератора установлены радиальные и упорный подшипники.

Вал генератора соединяется с магнитами, а катушки установлены между магнитами и соединены с корпусом.

Электрическая схема

На рисунке 21 представлена электрическая схема установки.

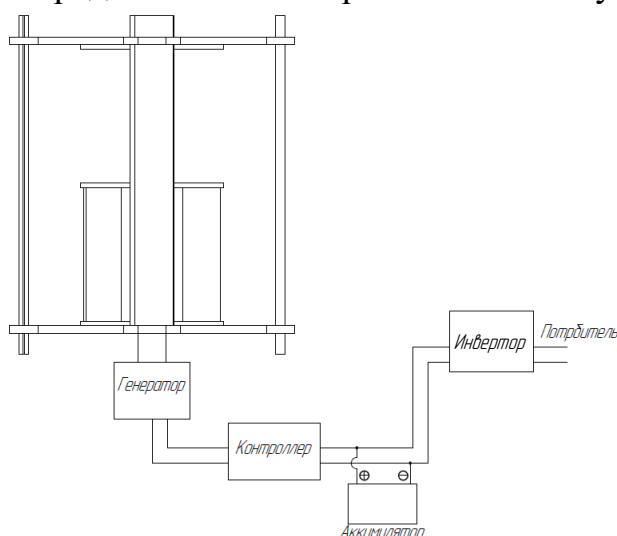


Рисунок 21. Электрическая схема ветрогенератора

Ротор ветрогенератора преобразует энергию ветра в механическую энергию, которая посредством генератора преобразовывается в электрическую.

С генератора электроэнергия поступает на контроллер, который служит для контроля уровня заряда аккумулятора.

С контроллера электроэнергия поступает на аккумулятор в котором происходит ее накопление.

С аккумулятора через инвертор, который преобразует ток и напряжение, электроэнергия поступает к потребителю.

2.2 Проектирование ветрогенератора

Проектируемая установка состоит из трёх модулей: ортогонального ротора, ротора Савониуса и генератора, закрепленных на матрице. На рисунке 22 представлена модель данной конструкции в двух модификациях крепления: крепления при помощи фланцевого соединения, что позволяет более жестко закрепить ветрогенератор и прямого соединения генератора с конструкциями путем создания на генераторе специальных крепежных выступов.

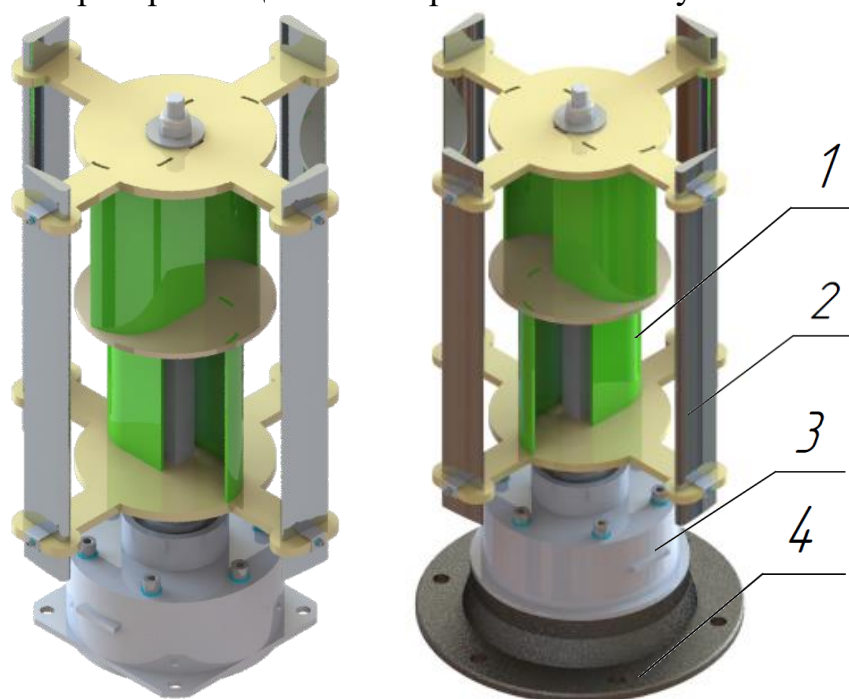


Рисунок 22. Ветрогенератор Ортогональный – Савониус.

*1 – ротор Савониуса; 2 – ортогональный ротор; 3 – генератор;
4 – фланец.*

Исходя из аналитического обзора, выбирая конструкцию ротора было принято решение спроектировать ротор с вертикальной осью вращения т. к. вертикальные роторы имеют ряд достоинств существенно все приемлемых в маловетренных районах:

- Вращаются независимо от направления ветра;
- Способны начинать вращаться при малейших скоростях ветра;
- Малошумны;
- Имеют простую конструкцию;
- Просты в обслуживании.

Спроектированный ротор является гибридной конструкцией, состоящий из двух роторов: ротора Савониус и ортогонального ротора. Середина ротора – ротор Савониус обеспечивает необходимый момент страгивания, а ортогональный ротор выполняет роль маховика, состоящего из четырех аэродинамических крыльев. Он служит для создания инерции.

Конструкция ротора представляет собой вал, на котором размещены две крестовины и диск, в пазах которых вставлены лопасти Савониуса попарно размещенные в два яруса, (см. рисунок 23.), а также к крестовинам привинчены ортогональные лопасти инерции (см. рисунок 23.).

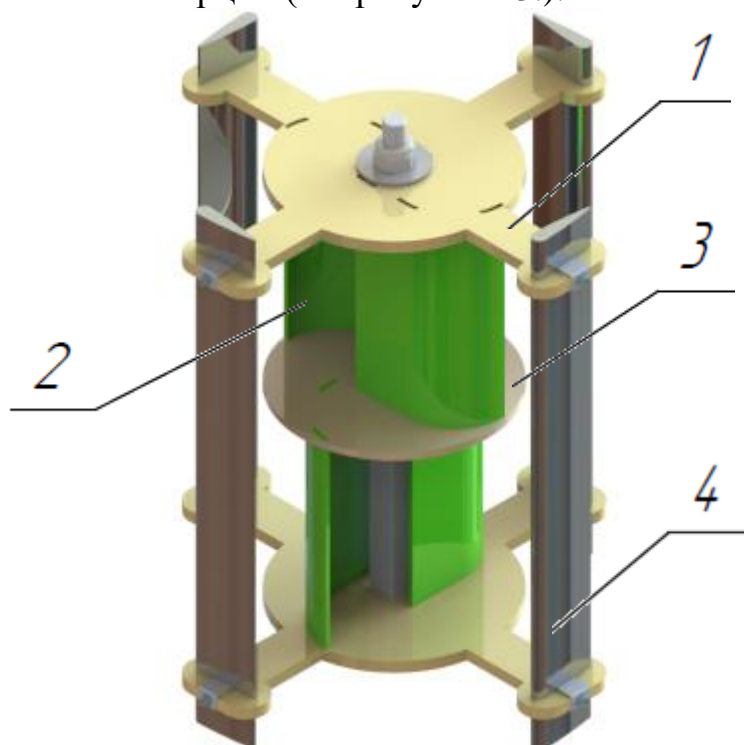


Рисунок 23. Ротор Ортогональный – Савониус.

1 – крестовина; 2 – лопасти Савониуса; 3 – диск ротора Савониуса; 4 – лопасть инерции.

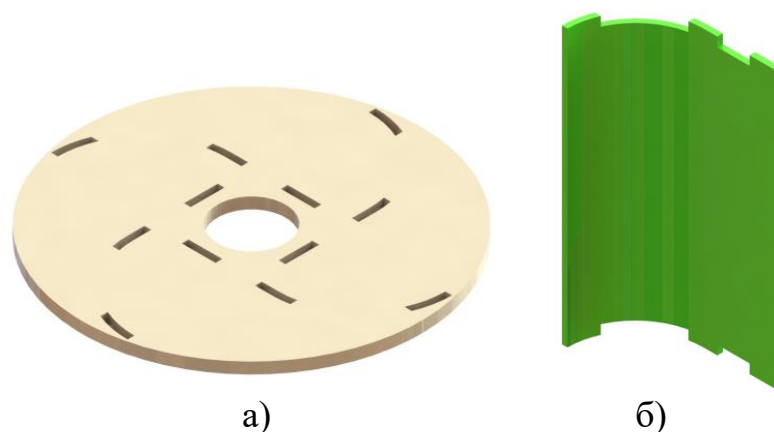


Рисунок 24.

а) – диск с пазами для ротора Савониус; б) – Лопасть Савониус.

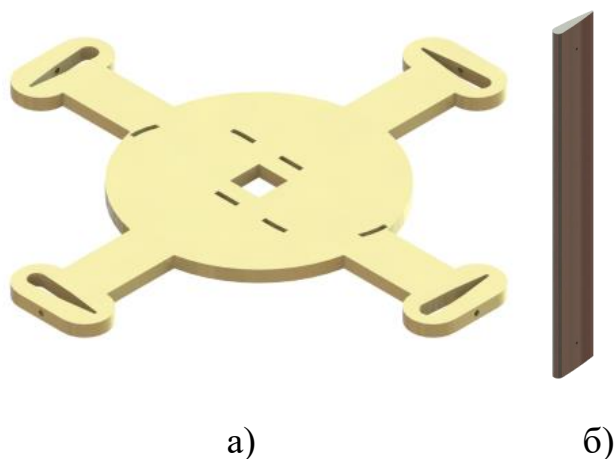


Рисунок 25.

а) – крестовина; б) – ортогональная лопасть.

Лопасте Савониус должны быть легкими и прочными одновременно, поэтому было принято решение изготавливать их из стеклопластика, из этого же материала сделан и диск. Ортогональный ротор же наоборот должен иметь некоторый вес, который будет придавать инерционность конструкции, поэтому материалом для изготовления его лопастей был выбран алюминий. Крестовины для лопастей инерции в целях удешевления конструкции сделаны из пенополистирона покрытого слоем стеклопластика снаружи.

Вал ротора на одном конце имеет квадратное сечение и отверстие под штифт, для крепления ротора к генератору, а на другом конце имеется резьба для закручивания гайки, которая является основным крепежным элементом конструкции. Также на валу есть утолщение, которое выполняет роль упора для всех составных частей.

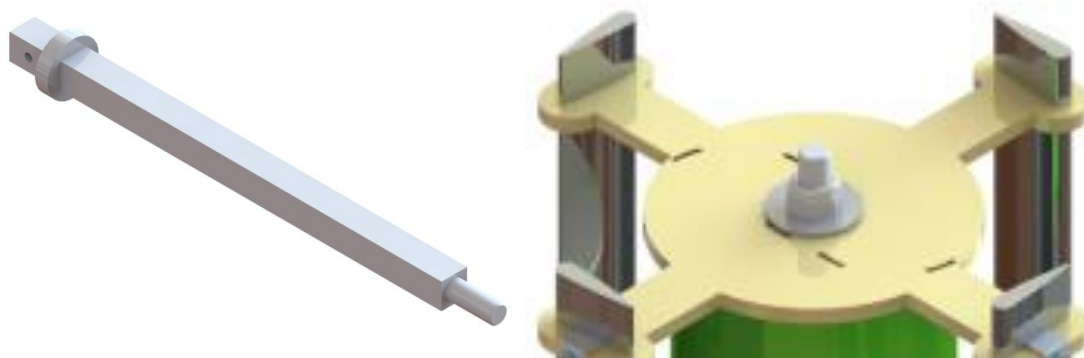


Рисунок 26.

а) – Вал ротора; б) – Гайка.

В данном проекте был разработан прототип генератора, но в начале производства ветрогенераторов планируется покупка готового генератора.

Сконструированный генератор представляет собой вал, в котором располагается квадратный вырез для соединения вала генератора с валом ротора. Шпоночным соединением к валу присоединяется ротор генератора, пластины ротора соединены между собой винтовым соединением, статор генератора зажимается между крышкой и корпусом генератора, которые соединены между собой винтовым соединением. На рисунке 27 представлен прототип генератора.

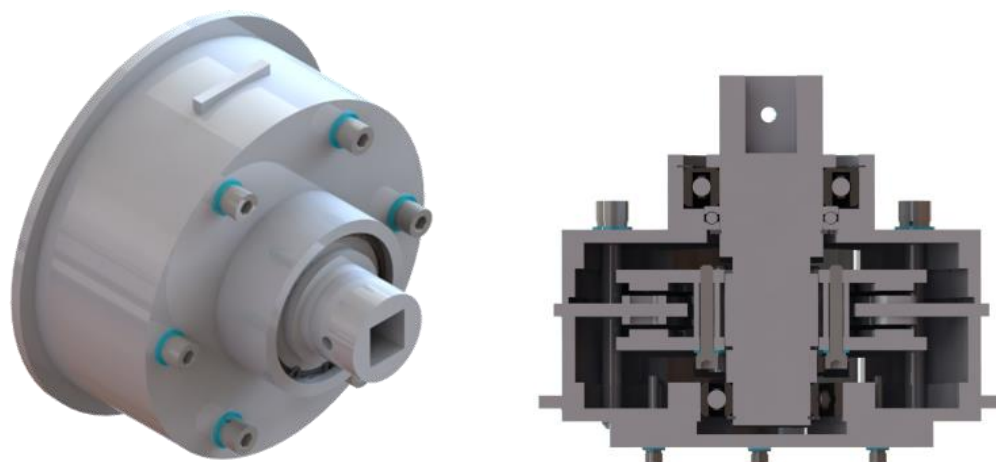


Рисунок 27. Генератор.

Крепление ветрогенератора к конструкциям осуществляется через фланец. Фланец крепится к ветрогенератору путем сварного соединения.

Модель фланца представлена на рисунке 28.



Рисунок 28. Фланец.

2.2.1 Выбор и расчет генератора

Для спроектированного ротора необходимо подобрать генератор, который будет выдавать требуемую электрическую мощность. Рассчитаем число оборотов, выдаваемое ротором за минуту, и на основе этого выберем генератор. Так как спроектированная конструкция является комбинацией ротора Савониус и ортогонального ротора, проведем расчеты для каждого ротора отдельно, а за тем просуммируем обороты, выдаваемые роторами.

Рассчитаем коэффициент использования энергии ветра (КИЭВ) для ротора Савониус – число показывающее, какая часть воздушного потока используется ротором.

Для этого найдем энергию ветрового потока и работу, развиваемую ветряком.

Поток ветра с поперечным сечением лопасти ротора S обладает кинетической энергией:

$$E_k = \frac{m * V^2}{2};$$

Масса воздуха m , протекающая через поперечное сечение S со скоростью V :

$$m = \rho * S * V;$$

Отсюда следует, что кинетическая энергия ветрового потока равна:

$$E_K = \frac{\rho * S * V^3}{2};$$

Где ρ – плотность воздуха 1.3 кг/м^3 ;

$$S = 10780 \text{ мм}^2 = 0,01078 \text{ м}^2;$$

Средняя скорость ветра в Томске: $V = 2 \text{ м/с}$;

Кинетическая энергия ветрового потока будет равна:

$$E_K = \frac{1.3 * 0,01078 * 2^3}{2} = 0.0561 \text{ Дж};$$

Найдем работу при вращении ротора:

$$A = F_{\text{сопр}} * U;$$

Где $F_{\text{сопр}}$ – сила сопротивления;

U – скорость перемещения лопасти;

$$F_{\text{сопр}} = C_x * S * \frac{\rho}{2} * (V - U)^2;$$

Где:

C_x – аэродинамический коэффициент лобового сопротивления 2,3;

S – проекция площади тела на плоскость, перпендикулярную направлению воздушного потока.

$$U = \frac{1}{3}V;$$

Сила сопротивления, равна:

$$F_{\text{сопр}} = 2,3 * 0,01078 * \frac{1,3}{2} * \left(2 - \frac{2}{3}\right)^2 = 0,029 \text{ Н};$$

Тогда работа, совершаемая ротором при вращении будет равна:

$$A = C_x * S * \frac{\rho}{2} * (V - U)^2 * U;$$

$$A = 0,029 * \frac{2}{3} = 0,019 \text{ Дж};$$

Зная работу ротора и кинетическую энергию ветрового потока не-сложно найти коэффициент использования энергии ветра ξ .

КИЭВ равен отношению работы, развиваемой ротором, к энергии вет-рового потока:

$$\xi = \frac{0.019}{0.0561} = 0,34;$$

Запишем отношение в виде формулы и преобразуем:

$$\xi = \frac{C_x * S * \frac{\rho}{2} * (V - U)^2 * U}{\frac{\rho * S * V^3}{2}} = C_x * (V - U)^2 * \frac{U}{V^3};$$

$$\xi = C_x * \left(1 - \frac{U}{V}\right)^2 * \frac{U}{V};$$

Проверка:

$$\xi = 2.3 * \left(1 - \frac{2}{2 * 3}\right)^2 * \frac{2}{2 * 3} = 0,34;$$

Произведем аналогичный расчет для ортогонального ротора:

Поток ветра с поперечным сечением лопасти ортогонального ротора S обладает кинетической энергией:

$$E_K = \frac{m * V^2}{2};$$

Масса воздуха m , протекающая через поперечное сечение S со скоростью V :

$$m = \rho * S * V;$$

Тогда кинетическая энергия ветрового потока будет равна:

$$E_K = \frac{\rho * S * V^3}{2};$$

Где:

ρ – плотность воздуха 1.3 кг/м^3 ;

$S = 14187,5 \text{ мм}^2 = 0,0141875 \text{ м}^2$;

Средняя скорость ветра в Томске: $V = 2 \text{ м/с}$;

Кинетическая энергия ветрового потока будет равна:

$$E_K = \frac{1,3 * 0,0141875 * 2^3}{2} = 0,074 \text{ Дж};$$

Определим работу, совершаемую ортогональным ротором:

$$A = F_{\text{сопр}} * U;$$

Где:

$F_{\text{сопр}}$ – сила сопротивления;

U – скорость перемещения лопасти;

$$F_{\text{сопр}} = C_x * S * \frac{\rho}{2} * (V - U)^2;$$

Где

C_x – аэродинамический коэффициент лобового сопротивления $1,55$;

S – проекция площади тела на плоскость, перпендикулярную направлению воздушного потока.

$$U = \frac{1}{3}V;$$

Сила сопротивления, равна:

$$F_{\text{сопр}} = 1,55 * 0,0141875 * \frac{1,3}{2} * \left(2 - \frac{2}{3}\right)^2 = 0,025;$$

Работа ортогонального ротора:

$$A = C_x * S * \frac{\rho}{2} * (V - U)^2 * U;$$

$$A = 0,025 * \frac{2}{3} = 0,017;$$

Определим коэффициент использования энергии ветра ξ ;

КИЭВ равен отношению работы, развиваемой ветряком, к энергии ветрового потока:

$$\xi = \frac{0,017}{0,074} = 0,23;$$

Запишем формулу и преобразуем:

$$\xi = \frac{C_x * S * \frac{\rho}{2} * (V - U)^2 * U}{\frac{\rho * S * V^3}{2}} = C_x * (V - U)^2 * \frac{U}{V^3};$$
$$\xi = C_x * \left(1 - \frac{U}{V}\right)^2 * \frac{U}{V};$$

Проверка:

$$\xi = 1,55 * \left(1 - \frac{2}{2 * 3}\right)^2 * \frac{2}{2 * 3} = 0,23;$$

Рассчитав коэффициенты использования энергии ветра можно определить мощность ротора Савониус и ортогонального.

$$P = \frac{\xi * \rho_B * V^3}{4 * \pi * r^2}, \text{ где}$$

$\xi \approx 0,34$ – коэффициент использования энергии ветра;

$\rho_B = 1,3$ – плотность воздуха, единица измерения – $\left[\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right]$;

$r = 0,15$ радиус ротора, единица измерения – $[\text{м}]$;

V – скорость ветра, единица измерения – $[\text{м}/\text{с}]$.

Мощность ротора Савониус:

$$P = \frac{0,34 * 1,3 * 2^3}{4 * 3,14 * 0,075^2} = 50 \text{ Вт};$$

Найдем мощность ортогонального ротора:

$$P = \frac{0,23 * 1,3 * 2^3}{4 * 3,14 * 0,15^2} = 8,5 \text{ Вт};$$

Результирующая мощность будет равна сумме мощностей:

$$P_{\text{об}} = P_C + P_0;$$

$$P_{\text{об}} = 50 + 8,5 = 58,5 \text{ Вт};$$

Расчет частоты ротора:

$$v = \frac{\omega}{2\pi};$$

v – частота вращения ротора;

ω – угловая скорость ротора;

Угловая скорость равна:

$$\omega = \frac{V_{\text{п.с.р.}}}{R};$$

Где:

R – радиус ротора;

$V_{\text{п.с.р.}}$ – полная скорость ротора;

$$V_{\text{п.с.р.}} = V_p + V_{\text{ост}};$$

V_p – импульс ротора, передаваемый ветром, который равен;

$$V_p = \xi * V_B;$$

$V_{\text{ост}}$ – скорость ветряка в момент передачи импульса ветра;

$$V_{\text{ост}} = \frac{V_p}{2};$$

Рассчитаем:

$$V_{p_c} = 0,34 * 2 = 0,68 \text{ М/с}, V_{\text{ост}_c} = \frac{0,68}{2} = 0,34 \text{ М/с};$$

$$V_{p_o} = 0,23 * 2 = 0,46 \text{ М/с}, V_{\text{ост}_o} = \frac{0,46}{2} = 0,23 \text{ М/с};$$

Полная скорость отдельно взятого ротора будет равна

$$V_{\text{п.с.р.с.}} = 0,68 + 0,34 = 1,02 \text{ М/с};$$

$$V_{\text{п.с.р.о.}} = 0,46 + 0,23 = 0,69 \text{ М/с};$$

Тогда угловые скорости будут равны:

$$\omega_c = \frac{1,02}{0,075} = 13,6 \text{ рад/с};$$

$$\omega_o = \frac{0,69}{0,15} = 4,6 \text{ рад/с};$$

Общая радиальная скорость ротора будет равна:

$$\omega_{\text{об}} = \omega_c + \omega_o;$$

Получим:

$$\omega_{\text{об}} = 13,6 + 4,6 = 18,2 \text{ рад/с};$$

Расчет частоты ротора:

$$\nu = \frac{18,2}{2 * 3,14} = 3,1 \text{ об/с} = 186 \text{ об/мин};$$

Далее определим момент сила вращения ротора:

$$P = M * \omega, \text{ где}$$

P – механическая мощность ротора;

M – момент силы вращения;

ω – угловая скорость ротора.

Отсюда момент будет равен:

$$M = \frac{P}{\omega};$$

Тогда момент будет равен

$$M = \frac{58,5}{12} = 4,875 \text{ Нм};$$

На основе проведенных расчетов ветрогенератора получили следующие параметры: частота вращения ротора $\nu = 186 \text{ об/мин}$, крутящий момент равен $M = 4,875 \text{ Нм}$. Под эти параметры следует подобрать генератор. Планируется использование маломощных генераторов номенклатуры, выдаваемой мощности от 20, до 150 Вт.

Для данных критериев наиболее подходящим является генератор на постоянных магнитах производителя AMG POWER SOLUTIONS.



Рисунок 29. Генератор на постоянных магнитах. [18]

Параметры ротора:

- Номинальная мощность: 30 Вт;
- Номинальная частота вращения 180 об/мин;
- Стартовый крутящий момент 0,1 Нм;
- Вес: 3,8 кг;
- Диаметр: 162 мм;
- Длина: 169 мм;

2.2.2 Расчет силы завинчивания гайки

Для оптимального функционирования установки необходимо рассчитать величину затяжки гайки на валу.

Запишем равенство:

$$f * F_{\text{зат}} = k * F_{\text{сопр}};$$

Где:

$F_{\text{зат}}$ – необходимая затяжка болта;

R_D – сила реакции на самом нагруженном болте;

f – коэффициент трения между соединяемыми деталями 0,15...0,2;

k – коэффициент запаса сцепления 1,3...2.

Из записанного выше равенства выразим $F_{\text{зат}}$:

$$F_{\text{зат}} = \frac{k * F_{\text{сопр}}}{f};$$

В данном расчете в качестве силы сопротивления $F_{\text{сопр}}$ возьмем сумму сил сопротивления возникающую на ортогональных лопастях $F_{\text{сопр.0}}$ и лопастях Савониус $F_{\text{сопр.с}}$, а также силу упругости стеклопластика при сжатии $F_{\text{упр.ст}}$. т.к. при завинчивании гайки сжимаются лопасти и диски из материала стеклопластик:

$$F_{\text{сопр}} = F_{\text{сопр.с}} + F_{\text{сопр.0}} + F_{\text{упр.ст}};$$

Произведём расчет силы упругости стеклопластика:

$F_{\text{упр}} = k * l$; Где:

k – коэффициент упругости, измеряется в Н/м²;

l – изменение длины тела вследствие сжатия измеряется в м, известно, что для стеклопластика наибольшее изменение длины тела до наступления деформации составляет 0,5 мм; [20]

Коэффициент упругости для стеклопластика найдем по формуле:

$k = \frac{E \cdot S}{e}$; Где E – модуль упругости, зависящий исключительно от материала, для стеклопластика он равен 700 МПа;

e – высота лопастей;

S – площадь лопасти в поперечном сечении;

$S = 301,43 \text{ м}^2 = 0,0003 \text{ м}^2$;

Запишем формулу в численном виде:

$$k = \frac{700 \cdot 10^6 \cdot 0,0003}{0,14 \cdot 2} = 750000 \text{ Н/м};$$

Зная коэффициент упругости и изменение длины тела в следствие сжатия найдем силу упругости стеклопластика:

$$F_{\text{упр}} = 750000 \cdot 0,0005 = 375 \text{ Н};$$

$$F_{\text{сопр}} = 0,029 + 0,025 + 375 = 375,054 \text{ Н};$$

Найдем необходимую силу затяжки гайки:

$$F_{\text{зат}} = \frac{1,3 \cdot 375,054}{0,15} = 3250,468 \text{ Н};$$

Для данной конструкции можно предложить некоторые рекомендации: гайку для завинчивания на главном валу лучше всего использовать самотормозящуюся. Использование этой гайки позволит предотвратить отвинчивание, уменьшит шанс возникновения вибрация и сделает конструкцию более надежной.

Также завинчивание гайки лучше всего проводить динамометрическим ключом, чтобы контролировать силу завинчивания.

2.3 Проектирование конструкций с использованием ветрогенератора

В рамках дипломной работы были проработаны установки, в которых в качестве источника выработки энергии применяется спроектированный ветрогенератор.

2.3.1 Дерево-ветрогенератор

На основе прототипа разработок французских и украинских инженеров было спроектировано дерево-ветрогенератор. Конструкция дерева залита бетоном, который является крепежом дерева к земле, обеспечивает ему устойчивость при любых внешних природных воздействиях. Ствол и ветки дерева могут быть изготовлены из сварных конструкций любых металлических труб круглой формы. Ствол состоит из двух составных частей, которые прикручиваются между собой болтами, таким же способом крепятся к стволу и ветки. Такое крепление дает возможность легко транспортировать дерево.

К веткам дерева приваривается крепление, на которое в качестве листиков будет привинчиваться ветрогенераторы. Данная конструкция универсальна тем, что позволяет регулировать количество ветрогенераторов на дереве: нужно всего лишь приварить к веточкам нужное число креплений для ветрогенераторов и установить их.

Для дерево-ветрогенератора было принято решение использовать ветрогенераторы конструкции с фланцем т. к. эта конструкция позволит более жестко и эстетично закрепить ветрогенератор на дереве. На рисунке 30 представлена модель дерева-ветрогенератора, а также фрагмент крепления всех составных его частей.

Для полноценного успешного функционирования дерева ветрогенератора необходимо учитывать некоторые внешние факторы: конструкцию рекомендуется устанавливать на некотором расстоянии от настоящих деревьев, чтобы не создавались завихрения и не ухудшалась работа роторов, также дерево рекомендуется устанавливать на наиболее возможной открытой местности, чтобы обеспечить наиболее сильный набегающий поток ветра.

Также при проектировании дерева-ветрогенератора учитывалось взаимное расположение ветрогенераторов относительно друг друга. Ветрогенераторы расположены максимально далеко друг от друга опять же в избежание создания возможных помех друг другу своим вращением.

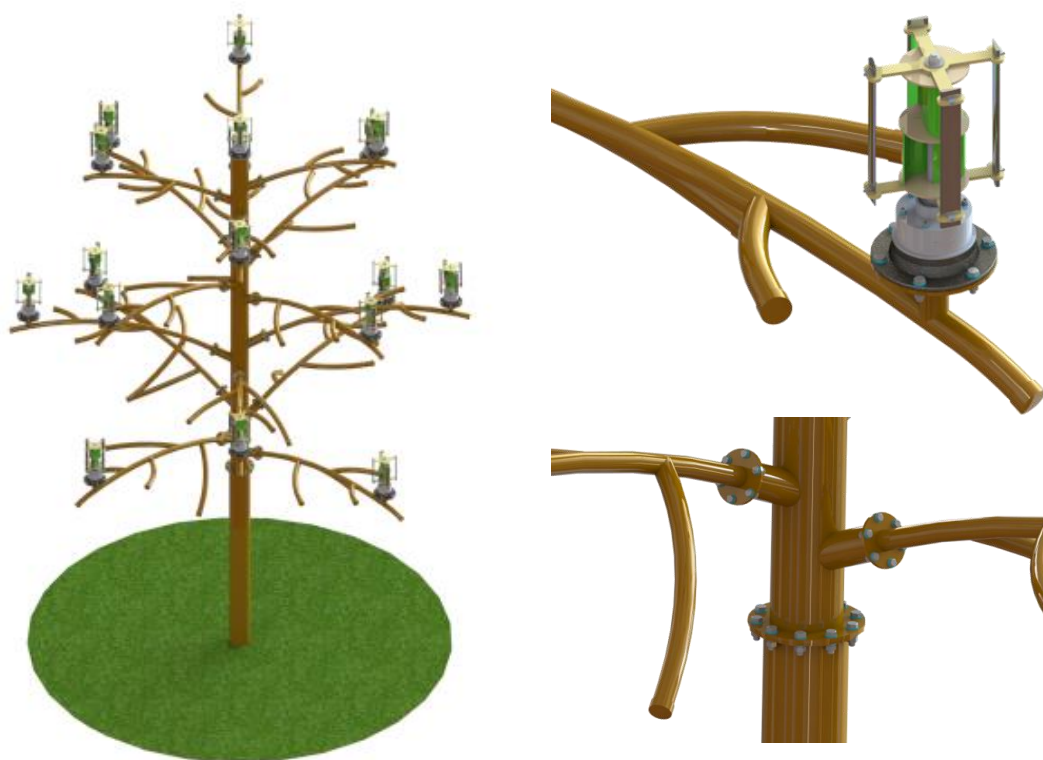


Рисунок 30. Дерево-ветрогенератор.

2.3.2 Дерево-ветрогенератор с солнечными панелями

Дерево-ветрогенератор с солнечными панелями является более усовершенствованной модификацией предыдущей разработки. В качестве листиков

в этой конструкции применяются не только ветрогенераторы, но и разработанные по собственному дизайну солнечные панели в виде дубовых листиков.

Фотоэлементы легко режутся и известно, что даже при откалывании и трещинах способны продолжать свою работу, поэтому придание им при помощи лазерной резки определенной формы и последующего спаивания не составит определенного труда. Использование солнечных панелей на дереве позволит сделать его более мощным и снабжать электроэнергией более масштабные объекты. На рисунке 31 представлена модель дерева ветрогенератора с солнечными панелями и модель солнечной панели в форме дубового листочка.

К рекомендациям данным в предыдущей установке необходимо добавить, что при расположении солнечных панелей учитывалось, чтобы они располагались таким образом, чтобы максимально не загораживать ветрогенераторы от потоков ветра и при дальнейшем перестроении в ходе эксплуатации этот фактор необходимо учесть.

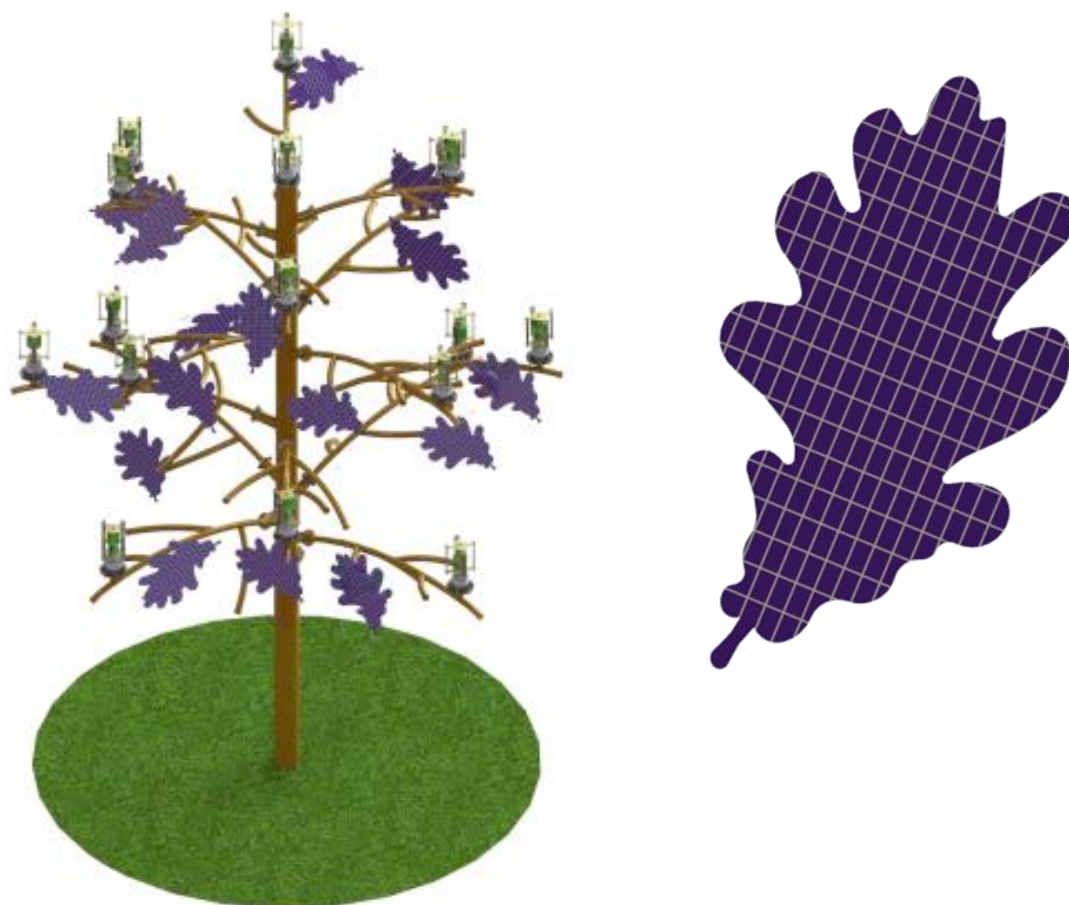


Рисунок 31. Дерево-ветрогенератор с солнечными панелями.

2.3.3 Аллея парковой зоны

Спроектированный ветрогенератор можно легко устанавливать на столбы с фонарями. На освещение одного фонаря парковой зоны с диодными лампочками будет вполне достаточно одного маломощного ветрогенератора, например, 30-50 Вт. В данной конструкции используются ветрогенераторы с креплением без фланца, т. к. это упрощает и удешевляет конструкцию.

Таким образом была спроектирована конструкция аллеи на которой располагаются фонари, энергию для которых обеспечивают ветрогенераторы.

Также конструкция аллеи предусматривает лавочки, пристроенные к столбу, которые служат не только элементом человеческого досуга, но и декором аллеи.

При установки данной аллеи рекомендуется располагать ее относительно дальше от деревьев и высоких зданий.

На рисунке 32 представлена модель аллеи, а также модель отдельно взятой осветительной установки.

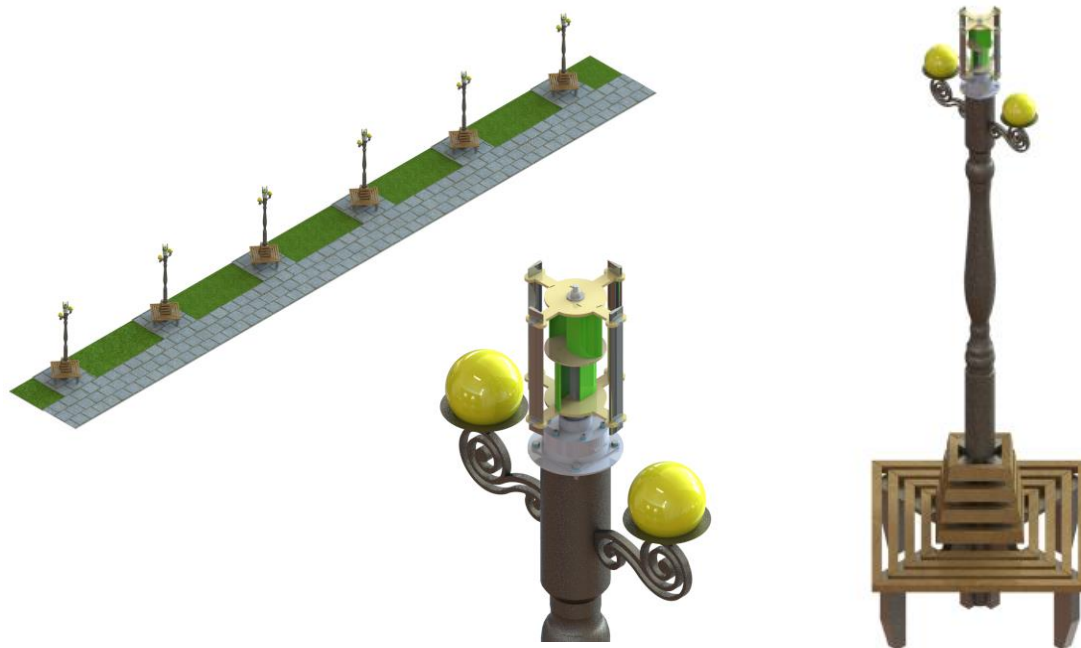


Рисунок 32. Модель аллеи парковой зоны.

2.3.4 Автономный светофор

Ветрогенераторы очень эффективно приемнять в снабжении электроэнергией светофоры, поэтому было принято решение спроектировать конструкцию автономного светофора, состоящего из транспортного и пешеходного светофора.

Оснащение конструкции электроэнергией происходит посредством гибридной установки состоящей из солнечной панели и ветрогенератора, что позволяет обеспечить бесперебойное функционирование светофоров на улице.

При применение ветрогеераторов в автономных светофорах рекомендуется лишь устанавливать ветрогенераторы подальше от деревьев, все остальные внешние факторы здесь не играют особой роли.

На рисунке 33 представлена модель пешеходного перехода и автономного светофора в отдельности.

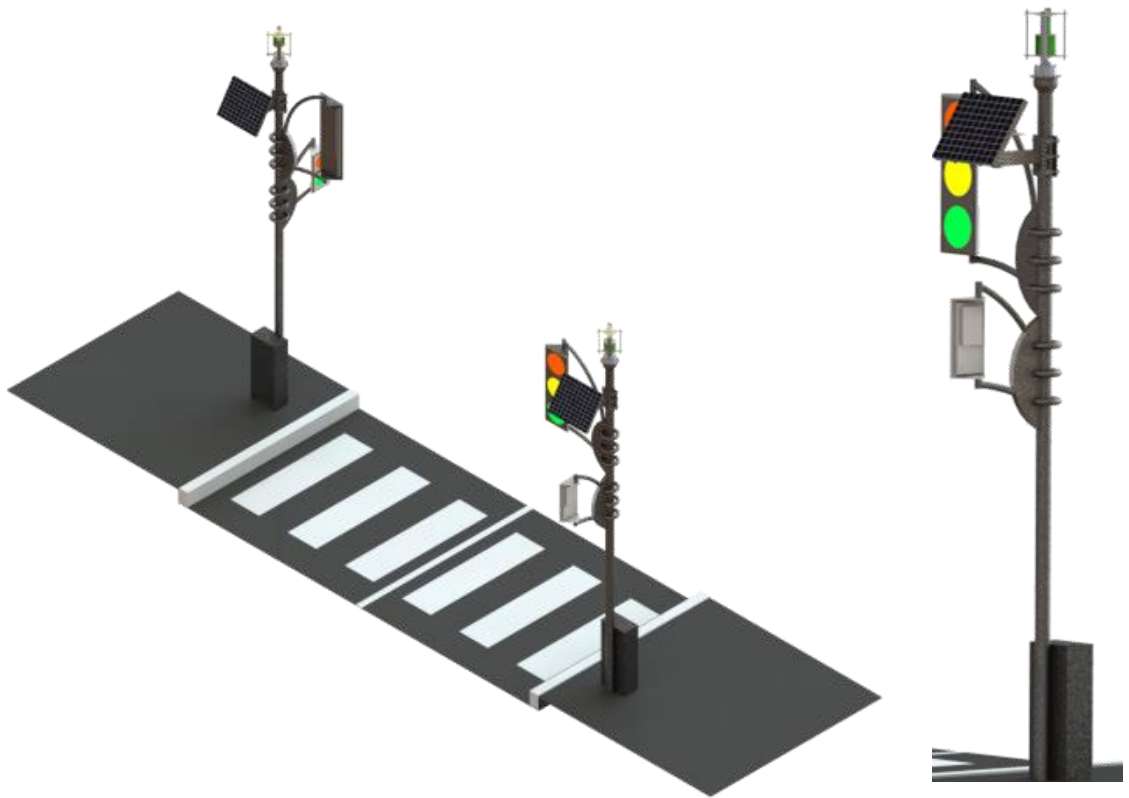


Рисунок 33. Модель пешеходного перехода с автономным светофором

Вывод

В конструкторской части ВКР был сконструирован ротор ветрогенератор ортогональный-Савониус, были проведены необходимые расчеты, которые позволили подобрать генератор и подтвердить жизнеспособность спроектированной установки. Для спроектированного ветрогенератора были разработаны конструкции, которые позволят эффективно и эстетично внедрить ветрогенераторы в городскую среду. В будущем планируется создание опытного образца ветрогенератора и уже подтверждение на практике представленных расчетов.

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Разработать технологический процесс (500 изделий) изготовления фланца. Чертеж детали предоставлен на рисунке.

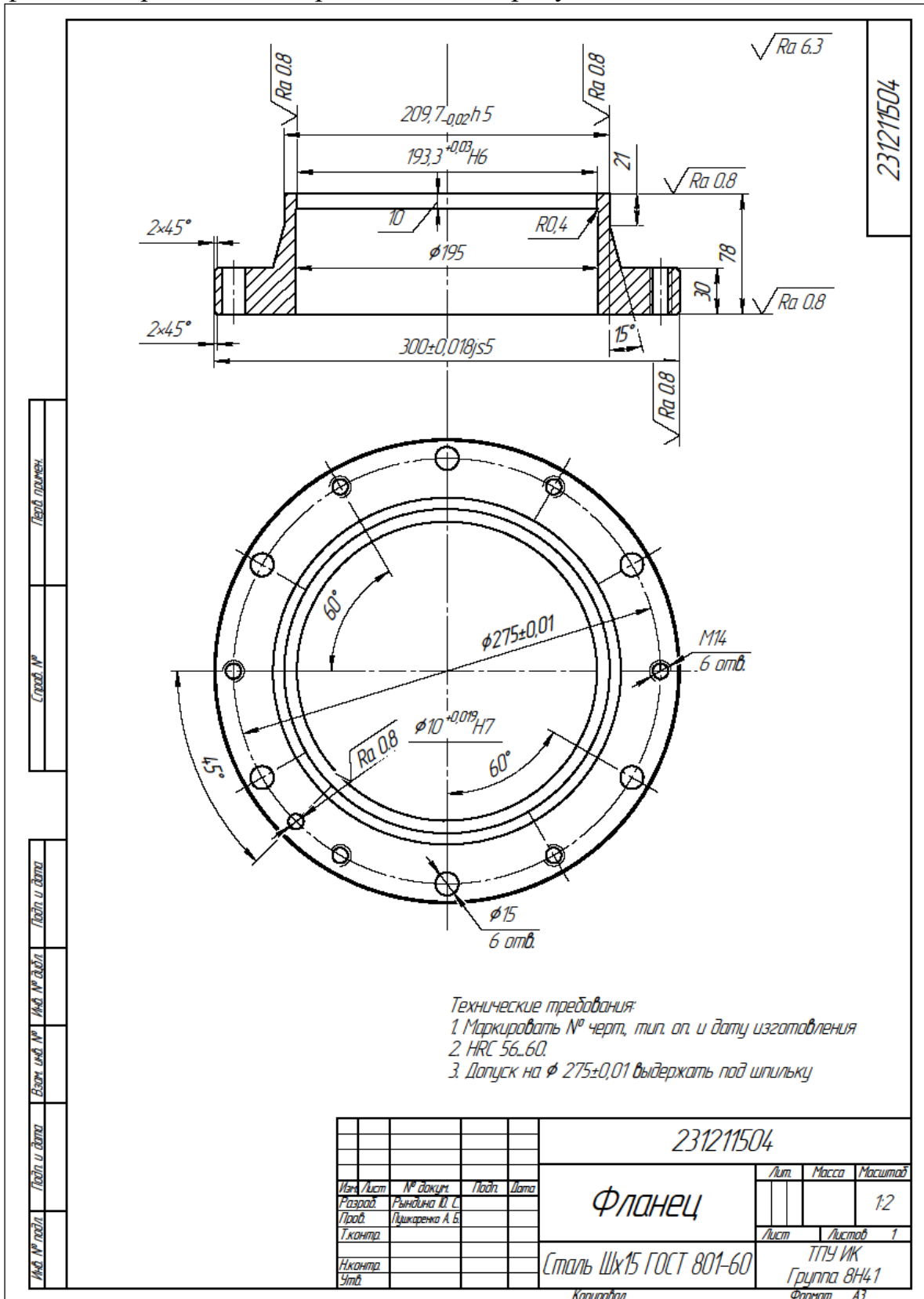


Рисунок 34. Чертеж детали.

3.1 Проектирование технологического процесса изготовления детали

При проектировании технологического процесса механической обработки основной задачей технолога является определение такой последовательности обработки, при которой деталь можно изготовить с наименьшими материальными затратами, а технологические возможности станков, приспособлений и инструментов будут использоваться наиболее полно. Основным исходным параметром при проектировании данного технологического процесса являлся тип производства.

В зависимости от условий производства и назначения проектируемого технологического процесса применяются различные виды и формы технологических процессов. В данном проекте представлен единичный технологический процесс для мелкосерийного производства – технологический процесс изготовления изделия одного наименования, типоразмера.

3.2 Анализ технологичности конструкции детали

Каждая деталь должна изготавливаться с минимальными трудовыми и материальными затратами. Эти затраты можно сократить в значительной степени правильным выбором варианта технологического процесса, его оснащения, механизации и автоматизации, применения оптимальных режимов обработки и правильной подготовки производства. На трудоемкость изготовления детали оказывают особое влияние ее конструкция и технические требования на изготовление. Поэтому любую конструкцию необходимо тщательно анализировать, это позволит выявить недостатки конструкции по сведениям, содержащимся в чертежах и технических требованиях, а также возможно улучшить технологичность рассматриваемой конструкции.

Технологический контроль чертежей сводится к тщательному их изучению. Рабочий чертеж детали должен быть выполнен в соответствии с ЕСКД (единая система конструкторской документации). Он должен иметь: нужное количество проекций, необходимые размеры при правильной их расстановке с указанием качеств точности; обозначения шероховатости поверхностей; допуски на погрешность формы и расположения поверхностей; указание о марке материала, из которого изготавливается деталь, все детали, термической обработке, применяемых защитных и декоративных покрытиях.

Таким образом, технологический контроль – важная стадия проектирования технологических процессов и во многих случаях способствует выяснению и уточнению приведенных выше факторов. [7]

Технологический анализ конструкции обеспечивает улучшение технико-экономических показателей разрабатываемого технологического процесса. Поэтому технологический анализ – один из важнейших этапов технологической разработки, в том числе и курсового проектирования.

3.3 Конструкцию детали можно считать технологичной, если она отвечает следующим требованиям:

- возможности использования рациональных заготовок;
- форма детали представляет сочетания поверхностей, обрабатываемых типовыми методами;
- размеры и поверхности детали имеют оптимальную (экономически и конструктивно обоснованные) точность и шероховатость;
- поверхности детали доступны для обработки (инструментальная доступность);
- поверхности детали доступны для измерения (контролепригодность);
- деталь имеет удобные поверхности для закрепления при обработке;
- материал детали обладает хорошей обрабатываемостью.

Анализируя деталь можно отметить ряд факторов:

- 1) Все размеры и требуемая точность обеспечивается на доступном технологическом оборудовании;
- 2) Обрабатываемые поверхности легкодоступны для режущего инструмента и для измерения.
- 3) Материал детали Сталь Шх 15 обладает хорошей обрабатываемостью.

Отрицательными с точки зрения технологичности следует считать следующие факторы:

- 1) Наличие высокой шероховатости и класса точности отдельных поверхностей.

3.4 Выбор вида и способа получения заготовки

Необходимость экономии материальных ресурсов предъявляет высокие требования к рациональному выбору заготовок, к уровню их технологичности, в значительной мере определяющей затраты на технологическую подготовку производства, себестоимость, надёжность и долговечность изделий.

Правильно выбрать способ получения заготовки – означает определить рациональный технологический процесс её получения с учётом материала детали, требований к точности её изготовления, технических условий, эксплуатационных характеристик и серийности выпуска.

Максимальное приближение геометрических форм и размеров заготовки к размерам и форме готовой детали – главная задача заготовительного производства.

Анализируя чертеж, приходим к выводу, что наиболее выгодный способ получения заготовки - прокат. Прокатке подвергают до 90% всей выплавляемой стали [8, с.90].

В качестве заготовки принимаем сортовой горячекатаный прокат круглой формы из стали Шх 15 диаметром 315 мм повышенной точности по ГОСТ 2590 [2].

Целесообразность такого выбора заготовки объясняется следующими причинами: использование сортового проката в качестве заготовки позволяет приблизить форму заготовки к форме и размерам готовой детали, точность горячекатаного проката достаточно высокая и соответствует 12-14му качеству,

также горячекатаный сортовой прокат имеет мелкозернистую, однородную структуру с определенно направленным расположением зерен, следовательно, в нем обеспечено постоянство механических свойств по глубине. [8, с. 90]

3.5 Расчет припусков на обработку для размера 300 js 5 ($\pm 0,018$) мм

В соответствии с заданием, необходимо рассчитать припуски на обработку и промежуточные предельные размеры для диаметрального размера 300 js 5 ($\pm 0,018$).

Заготовку получаем путем отрезания от горячекатаного проката. Технологический маршрут обработки данного размера состоит из 6-ти технологических операций.

Так как заготовка устанавливается в самоцентрирующийся трехлачковый патрон погрешность установки и закрепления принимаем равной нулю и не учитываем в расчетах.

Для заготовительной операции выбираем параметры Rz и T из табл.1 [1, с.180], а для остальных операций – по табл.5 [1, с.181].

При обработке вала $\rho_{3\Sigma}$ определяется:

$$\rho_{3\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\Sigma K}^2 + \Delta_{\Sigma Ц}^2}$$

Расчет общего отклонения оси от прямолинейности:

$$\Delta_{\Sigma K} = \Delta_K * l_K;$$

Δ_K – удельная кривизна [1, с. 186], l_K – размер от сечения.

$$\Delta_{\Sigma K} = 0.15 * 78 = 11,7 \text{ мкм};$$

Смещение $\Delta_{\Sigma Ц}$ определяем как:

$$\Delta_{\Sigma Ц} = 0,25\sqrt{T^2 + 1};$$

T – предельное отклонение точности прокатки [2].

$$\Delta_{\Sigma Ц} = 0,25\sqrt{6^2 + 1} = 1,52 \text{ мм};$$

Используя значения, полученные выше, получаем:

$$\rho_{3\Sigma} = \sqrt{11,7^2 + 1520^2} = 1520 \text{ мкм};$$

Остаточное пространственное отклонение расположения поверхностей заготовки после их обработки определяется выражением:

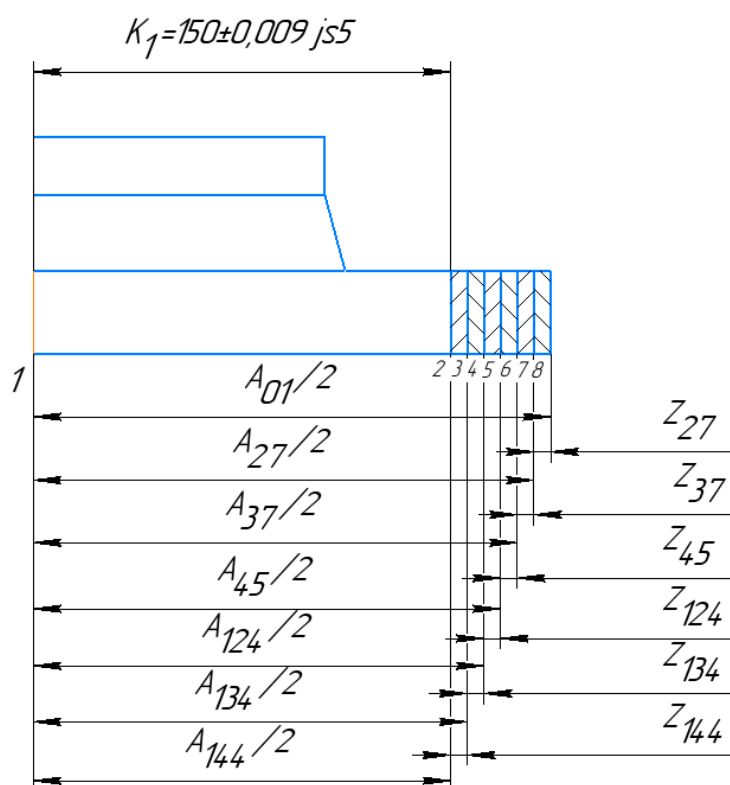


Рисунок 35. Размерная схема технологического процесса изготовления фланца

$$\rho_{\Sigma i-1} = K_y * \rho_{\Sigma};$$

Где коэффициент уточнения K_y , выбирается согласно [1, с.190].

Для черного точения:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,06 * 1520 = 91,2 \text{ мкм};$$

Для чистового точения:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,04 * 91,2 = 3,648 \text{ мкм};$$

Для тонкого точения:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,04 * 3,648 = 0,146 \text{ мкм};$$

Для предварительного шлифования:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,03 * 0,146 = 0,004 \text{ мкм};$$

Для чистового шлифования:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,02 * 0,004 = 8,7 * 10^{-5} \text{ мкм};$$

Для тонкого шлифования:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,02 * 8,7 * 10^{-5} = 1,8 * 10^{-6} \text{ мкм};$$

Значения допусков на технологические размеры и получаемую точность квалитет берём из [1, с.8].

Полученные данные заносим в таблицу.

Таблица 1. Значения припусков на обработку.

Номера		Маршрут обработки	Обозначение припуска Z_i	Элементы припуска				Расчетный припуск			Допуск на припуск	Обозначение технологического размера A_i	Квалитет допуска A_i	Допуск на технологический размер A_i , мкм	Расчетные значения технологических размеров A_i		Расчетные значения диаметров шейки вала	
Тех. операции	Перехода			Rz_{i-1} , мкм	h_{i-1} , мкм	$\rho_{\Sigma i-1}$, мкм	Δ_{yi} , мкм	Z_{min} , мкм	Z_{max} , мкм	$Z_{ном}$, мкм					Tz_i , мкм	A_{min} , мм	A_{max} , мм	D_{2min} , мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0		Заготовка – горячекатаный прокат.	–	320	400	1520	0	–	–	–	–	$\frac{A_{01}}{2}$	Класс точности В	6000 /2	153,674	156,674	307,348	313,348
2	Б	Черновое точение : обточить заготовку в размер A_{27} .	Z_{27}	63	60	91,2	0	2240	5890	5240	3650	$\frac{A_{27}}{2}$	14	1300 /2	150,784	151,434	301,568	302,868
3	Б	Чистовое точение : обточить заготовку в размер A_{37} .	Z_{37}	32	30	3,648	0	214,2	1149	864	935	$\frac{A_{37}}{2}$	12	570/2	150,285	150,57	300,057	301,14

4	Б	Тонкое точение : обточить заготовку в размер A ₄₅ .	Z ₄₅	20	20	0,146	0	65,648	416	351	350	$\frac{A_{45}}{2}$	9	130/2	150,154	150,219	300,308	300,438
13	Б	Предварительное шлифование: шлифовать заготовку в размер A ₁₂₄ .	Z ₁₂₄	10	20	0,004	0	40,146	146	105	105,5	$\frac{A_{124}}{2}$	8	81/2	150,073	150,114	300,146	300,228
14	Б	Чистовое шлифование: шлифовать заготовку в размер A ₁₃₄ .	Z ₁₃₄	6,3	12	0	0	30,004	87	71	56,5	$\frac{A_{134}}{2}$	6	32/2	150,027	150,043	300,054	300,086
15	Б	Тонкое шлифование: шлифовать заготовку в размер A ₁₄₄ .	Z ₁₄₄	2	3	0	0	18,3	52	43	34	$\frac{A_{144}}{2}$	5	23/2	149,991	150,009	299,982	300,018

3.6 Расчет параметров и технологических размеров

Для Z_{144} :

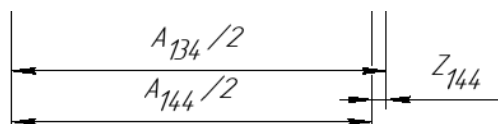


Рисунок 36. Технологическая размерная цепь для припуска Z_{144}

Примем замыкающее звено Z_{144} уменьшающим, тогда и $A_{144}/2$ звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено $A_{134}/2$ будет увеличивающим.

Определим значение размера $A_{134}^{min}/2$ из уравнений:

$$Z_{144} = A_{134}/2 - A_{144}/2;$$

$$Z_{144}^{min} = A_{134}^{min}/2 - A_{144}^{max}/2;$$

$$A_{134}^{min}/2 = Z_{144}^{min} + A_{144}^{max}/2;$$

$$A_{144}^{max}/2 = 150 + 0,009 = 150,009 \text{ мм};$$

$$A_{134}^{min}/2 = 0,0183 + 150,009 = 150,027 \text{ мм};$$

Определим значение размера $A_{134}^{max}/2$ из уравнений:

$$A_{134}^{max}/2 = A_{134}^{min}/2 + Td_{A_{134}/2};$$

$$A_{134}^{max}/2 = 150,027 + 0,016 = 150,043 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции Z_{144}^{max} :

$$Z_{144}^{max} = A_{134}^{max}/2 - A_{144}^{min}/2;$$

$$A_{144}^{min}/2 = 150 - 0,009 = 149,991 \text{ мм};$$

$$Z_{144}^{max} = 150,043 - 149,991 = 0,052 \text{ мм};$$

Определим номинальный припуск для данной операции $Z_{144}^{НОМ}$:

$$A_{134}^{НОМ}/2 = 150,043_{-0,016} \text{ мм};$$

$$Z_{144}^{НОМ} = A_{134}^{НОМ}/2 - A_{144}^{НОМ}/2;$$

$$Z_{144}^{НОМ} = 150,043_{-0,016} - 150_{-0,009}^{+0,009} = 0,043_{-0,025}^{+0,009}$$

Для Z_{134} :

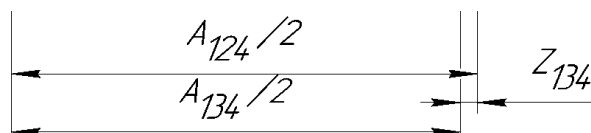


Рисунок 37. Технологическая размерная цепь для припуска Z_{134}

Примем замыкающее звено Z_{134} уменьшающим, тогда и $A_{134}/2$ звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено $A_{124}/2$ будет увеличивающим.

Определим значение размера $A_{124}^{min}/2$ из уравнений:

$$Z_{134} = A_{124}/2 - A_{134}/2;$$

$$Z_{134}^{min} = A_{124}^{min}/2 - A_{134}^{max}/2;$$

$$A_{124}^{min}/2 = Z_{134}^{min} + A_{134}^{max}/2;$$

$$A_{134}^{max}/2 = 150,043 \text{ мм};$$

$$A_{124}^{min}/2 = 0,030 + 150,043 = 150,073 \text{ мм};$$

Определим значение размера $A_{124}^{max}/2$ из уравнений:

$$A_{124}^{max}/2 = A_{124}^{min}/2 + Td_{A_{124}}/2;$$

$$A_{124}^{max}/2 = 150,073 + 0,0405 = 150,114 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции Z_{134}^{max} :

$$Z_{134}^{max} = A_{124}^{max}/2 - A_{134}^{min}/2;$$

$$Z_{134}^{max} = 150,114 - 150,027 = 0,087 \text{ мм};$$

Определим номинальный припуск для данной операции $Z_{134}^{НОМ}$:

$$A_{124}^{НОМ}/2 = 150,114_{-0,0405} \text{ мм};$$

$$Z_{134}^{НОМ} = A_{124}^{НОМ}/2 - A_{134}^{НОМ}/2;$$

$$Z_{134}^{НОМ} = 150,114_{-0,0405} - 150,043_{-0,016} = 0,071_{-0,0405}^{+0,016}$$

Для Z_{124} :

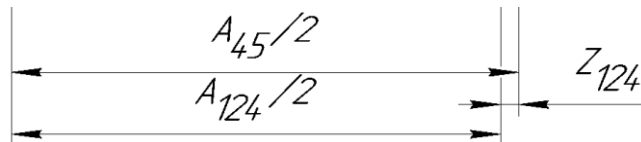


Рисунок 38. Технологическая размерная цепь для припуска Z_{124}

Примем замыкающее звено Z_{124} уменьшающим, тогда и $A_{124}/2$ звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено $A_{45}/2$ будет увеличивающим.

Определим значение размера $A_{45}^{min}/2$ из уравнений:

$$Z_{124} = A_{45}/2 - A_{124}/2;$$

$$Z_{124}^{min} = A_{45}^{min}/2 - A_{124}^{max}/2;$$

$$A_{45}^{min}/2 = Z_{124}^{min} + A_{124}^{max}/2;$$

$$A_{124}^{max}/2 = 150,114 \text{ мм};$$

$$A_{45}^{min}/2 = 0,040 + 150,114 = 150,154 \text{ мм};$$

Определим значение размера $A_{45}^{max}/2$ из уравнений:

$$A_{45}^{max}/2 = A_{45}^{min}/2 + Td_{A_{45}}/2;$$

$$A_{45}^{max}/2 = 150,154 + 0,065 = 150,219 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции Z_{124}^{max} :

$$Z_{124}^{max} = A_{45}^{max}/2 - A_{124}^{min}/2;$$

$$Z_{124}^{max} = 150,219 - 150,073 = 0,146 \text{ мм};$$

Определим номинальный припуск для данной операции $Z_{124}^{НОМ}$:

$$A_{45}^{НОМ}/2 = 150,219_{-0,065} \text{ мм};$$

$$Z_{124}^{НОМ} = A_{45}^{НОМ}/2 - A_{124}^{НОМ}/2;$$

$$Z_{124}^{НОМ} = 150,219_{-0,065} - 150,114_{-0,0405} = 0,105_{-0,065}^{+0,0405}$$

Для Z_{45} :

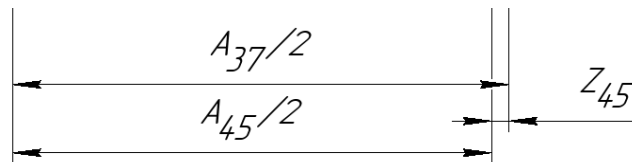


Рисунок 39. Технологическая размерная цепь для припуска Z_{45}

Примем замыкающее звено Z_{45} уменьшающим, тогда и $A_{45}/2$ звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено $A_{37}/2$ будет увеличивающим.

Определим значение размера $A_{37}^{min}/2$ из уравнений:

$$Z_{45} = A_{37}/2 - A_{45}/2;$$

$$Z_{45}^{min} = A_{37}^{min}/2 - A_{45}^{max}/2;$$

$$A_{37}^{min}/2 = Z_{45}^{min} + A_{45}^{max}/2;$$

$$A_{45}^{max}/2 = 150,219 \text{ мм};$$

$$A_{37}^{min}/2 = 0,066 + 150,219 = 150,285 \text{ мм};$$

Определим значение размера $A_{37}^{max}/2$ из уравнений:

$$A_{37}^{max}/2 = A_{37}^{min}/2 + Td_{A_{37}}/2;$$

$$A_{37}^{max}/2 = 150,285 + 0,285 = 150,57 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции Z_{45}^{max} :

$$Z_{45}^{max} = A_{37}^{max}/2 - A_{45}^{min}/2;$$

$$Z_{45}^{max} = 150,57 - 150,154 = 0,416 \text{ мм};$$

Определим номинальный припуск для данной операции $Z_{45}^{НОМ}$:

$$A_{37}^{\text{НОМ}} / 2 = 150,57_{-0,285} \text{ мм};$$

$$Z_{45}^{\text{НОМ}} = A_{37}^{\text{НОМ}} / 2 - A_{45}^{\text{НОМ}} / 2;$$

$$Z_{45}^{\text{НОМ}} = 150,57_{-0,285} - 150,219_{-0,065} = 0,351_{-0,285}^{+0,065}$$

Для Z_{37} :

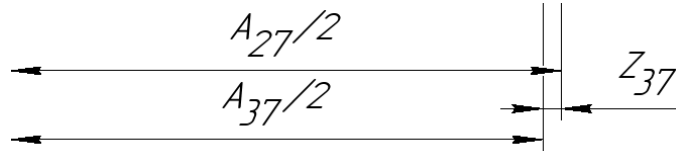


Рисунок 40. Технологическая размерная цепь для припуска Z_{37}

Примем замыкающее звено Z_{37} уменьшающим, тогда и $A_{37}/2$ звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено $A_{27}/2$ будет увеличивающим.

Определим значение размера $A_{27}^{\text{мин}} / 2$ из уравнений:

$$Z_{37} = A_{27}/2 - A_{37}/2;$$

$$Z_{37}^{\text{мин}} = A_{27}^{\text{мин}} / 2 - A_{37}^{\text{макс}} / 2;$$

$$A_{27}^{\text{мин}} / 2 = Z_{37}^{\text{мин}} + A_{37}^{\text{макс}} / 2;$$

$$A_{37}^{\text{макс}} / 2 = 150,57 \text{ мм};$$

$$A_{27}^{\text{мин}} / 2 = 0,214 + 150,57 = 150,784 \text{ мм};$$

Определим значение размера $A_{27}^{\text{макс}} / 2$ из уравнений:

$$A_{27}^{\text{макс}} / 2 = A_{27}^{\text{мин}} / 2 + Td_{A_{27}/2};$$

$$A_{27}^{\text{макс}} / 2 = 150,784 + 0,65 = 151,434 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции $Z_{37}^{\text{макс}}$:

$$Z_{37}^{\text{макс}} = A_{27}^{\text{макс}} / 2 - A_{37}^{\text{мин}} / 2;$$

$$Z_{37}^{\text{макс}} = 151,434 - 150,285 = 1,149 \text{ мм};$$

Определим номинальный припуск для данной операции $Z_{37}^{\text{НОМ}}$:

$$A_{27}^{\text{НОМ}} / 2 = 151,434_{-0,65} \text{ мм};$$

$$Z_{37}^{\text{НОМ}} = A_{27}^{\text{НОМ}} / 2 - A_{37}^{\text{НОМ}} / 2;$$

$$Z_{37}^{\text{НОМ}} = 151,434_{-0,65} - 150,57_{-0,285} = 0,864_{-0,65}^{+0,285}$$

Для Z_{27} :

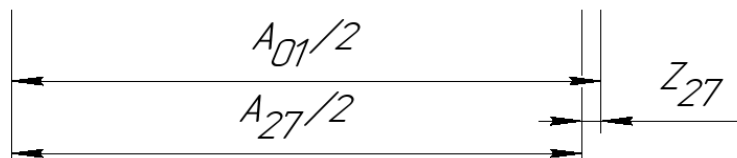


Рисунок 41. Технологическая размерная цепь для припуска Z_{27}

Примем замыкающее звено Z_{27} уменьшающим, тогда и $A_{27}/2$ звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено $A_{01}/2$ будет увеличивающим.

Определим значение размера $A_{01}^{min}/2$ из уравнений:

$$Z_{27} = A_{01}/2 - A_{27}/2;$$

$$Z_{27}^{min} = A_{01}^{min}/2 - A_{27}^{max}/2;$$

$$A_{01}^{min}/2 = Z_{27}^{min} + A_{27}^{max}/2;$$

$$A_{27}^{max}/2 = 151,434 \text{ мм};$$

$$A_{01}^{min}/2 = 2,24 + 151,434 = 153,674 \text{ мм};$$

Определим значение размера $A_{01}^{max}/2$ из уравнений:

$$A_{01}^{max}/2 = A_{01}^{min}/2 + Td_{A_{01}}/2;$$

$$A_{01}^{max}/2 = 153,674 + 3 = 156,674 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции Z_{27}^{max} :

$$Z_{27}^{max} = A_{01}^{max}/2 - A_{27}^{min}/2;$$

$$Z_{27}^{max} = 156,674 - 150,784 = 5,89 \text{ мм};$$

Определим номинальный припуск для данной операции $Z_{27}^{НОМ}$:

$$A_{01}^{НОМ}/2 = 156,674_{-3} \text{ мм};$$

$$Z_{27}^{НОМ} = A_{01}^{НОМ}/2 - A_{27}^{НОМ}/2;$$

$$Z_{27}^{НОМ} = 156,674_{-3} - 151,434_{-0,65} = 5,24_{-3}^{+0,65}$$

Выбираем заготовку диаметром 315 мм.

3.7 Выбор режущего инструмента и расчет режимов резания

Режимы резания необходимо рассчитать для операции 010 маршрутного листа. На данной операции необходимо провести черновую токарную обработку цилиндрической поверхности, конусности и цилиндрического отверстия. Выбор инструмента произведем на сайте «ПИН инструмент» в соответствующем разделе по полученным режимам резания [3].

3.7.1 Черновое точение цилиндрической поверхности

Инструмент:

Резец проходной отогнутый 2102 – 0021 ГОСТ 18877 – 82

Геометрия твердосплавной пластины:

Радиус при вершине – $r = 1$ мм;

Угол при вершине – $\varepsilon = 90$ градусов;

Главный угол в плане – $\varphi = 90$ градусов;

Угол наклона режущей кромки $\lambda = 15$ градусов;

Главный передний угол $\gamma = 10$ градусов.

Точить цилиндрическую поверхность 315 до 211. Точить за 9 проходов.
Скорость резания:

$$V = \frac{C_V K_V}{T m t^x S^y} [4, \text{ с } 265]$$

Глубина $t = 5,77$ мм, подача на оборот $S = 0,8$ мм/об [4, с 268]

Стойкость инструмента $T=30$ мин.

$C_V=340$; $m=0,20$; $x=0,15$; $y=0,45$. таб. 17 [4, с 269]

$$K_{MV} = K_T \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 * \left(\frac{750}{740} \right)^1 = 1,01$$

$K_V = K_{MV} K_{PV} K_{IV} = 1,01 * 0,9 * 1 = 0,909$ [4, с 265]

Скорость резания:

$$V = \frac{340 * 0,909}{30^{0,2} * 5,77^{0,15} * 0,8^{0,45}} = 78,65 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi d_{\text{заг}}} = \frac{1000 * 78,65}{3,14 * 315} = 79,52 \frac{\text{об}}{\text{мин}} [4, \text{ с } 269]$$

Сила резания:

$$P_Z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 * 300 * 5,77^1 * 0,8^{0,75} * 78,65^{-0,15} * 0,88 = 6695 \text{ Н} [4, \text{ с } 271]$$

Коэффициенты и показатели степени по табл.22 [3, с271]

$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} = 0,99 * 0,89 * 1 * 1 = 0,88$ [4, с271] – коэффициенты, учитывающие параметры инструментов по табл. 23[4, с275]

$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{n_v} = \left(\frac{740}{750} \right)^1 = 0,99$ –коэффициент, учитывающий качество материала по табл. 9[4, с264]

Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_Z * V}{1020 * 60} = \frac{6695 * 78,65}{1020 * 60} = 8,6 \text{ кВт}; [4, \text{ с } 271]$$

3.7.2 Черновое точение конической поверхности

Инструмент:

Резец проходной отогнутый 2102 – 0021 ГОСТ 18877 – 82

Геометрия твердосплавной пластины:

Радиус при вершине – $r = 1$ мм;

Угол при вершине – $\varepsilon = 90$ градусов;

Главный угол в плане – $\varphi = 90$ градусов;

Угол наклона режущей кромки $\lambda = 15$ градусов;

Главный передний угол $\gamma = 10$ градусов.

Точить коническую поверхность 315 до 211, под углом 15° . Точить за 9 проходов.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V K_V}{T m t^x S^y} [4, \text{ с } 265]$$

Глубина $t = 5,77$ мм, подача на оборот $S = 0,8$ мм/об [4, с 268]

Стойкость инструмента $T=30$ мин.

$C_v=340; m=0,20; x=0,15; y=0,45$. таб. 17 [4, с 269]

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 * \left(\frac{750}{740} \right)^1 = 1,01$$

$$K_V = K_{MV} K_{пV} K_{иV} = 1,01 * 0,9 * 1 = 0,909 [4, с 265]$$

Скорость резания:

$$V = \frac{340 * 0,909}{30^{0,2} * 5,77^{0,15} * 0,8^{0,45}} = 78,65 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi d_{заг}} = \frac{1000 * 78,65}{3,14 * 315} = 79,52 \frac{\text{об}}{\text{мин}} [4, с 269]$$

Сила резания:

$$P_Z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 * 300 * 5,77^1 * 0,8^{0,75} * 78,65^{-0,15} * 0,88 = 6695 \text{ Н} [4, с271]$$

Коэффициенты и показатели степени по табл.22 [3, с271]

$K_p = K_{мр} K_{\varphiр} K_{\gammaр} K_{\lambdaр} = 0,99 * 0,89 * 1 * 1 = 0,88 [4, с271]$ – коэффициенты, учитывающие параметры инструментов по табл. 23[4, с275]

$K_{мр} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{n_V} = \left(\frac{740}{750} \right)^1 = 0,99$ – коэффициент, учитывающий качество материала по табл. 9[4, с264]

Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{P_Z * V}{1020 * 60} = \frac{6695 * 78,65}{1020 * 60} = 8,6 \text{ кВт}; [4, с. 271]$$

3.7.3 Черновое точение цилиндрического отверстия

Инструмент:

Резец расточной для сквозных отверстий 2140 – 0023 ГОСТ 18882 – 82

Геометрия твердосплавной пластины:

Радиус при вершине – $r = 1$ мм;

Угол при вершине – $\varepsilon = 35$ градусов;

Главный угол в плане – $\varphi = 90$ градусов;

Угол наклона режущей кромки $\lambda = 15$ градусов;

Главный передний угол $\gamma = 10$ градусов.

Точить цилиндрическое отверстие 40 до 190. Точить за 13 проходов.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V K_V}{T^{m_t} x_{S^y}} [4, с 265]$$

Глубина $t = 5,77$ мм, подача на оборот $S = 0,8$ мм/об [4, с 268]

Стойкость инструмента $T=30$ мин.

$C_v=340; m=0,20; x=0,15; y=0,45$. таб. 17 [4, с 269]

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 * \left(\frac{750}{740} \right)^1 = 1,01$$

$$K_V = K_{MV} K_{пV} K_{иV} = 1,01 * 0,9 * 1 = 0,909 [4, с 265]$$

Скорость резания:

$$V = \frac{340 * 0,909}{30^{0,2} * 5,77^{0,15} * 0,8^{0,45}} = 78,65 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi d_{\text{заг}}} = \frac{1000 * 78,65}{3,14 * 315} = 79,52 \frac{\text{об}}{\text{мин}} [4, \text{с } 269]$$

Сила резания:

$$P_Z = 10C_p t^x S^y V^n K_p = 10 * 300 * 5,77^1 * 0,8^{0,75} * 78,65^{-0,15} * 0,88 = 6695 \text{ Н} [4, \text{с } 271]$$

Коэффициенты и показатели степени по табл.22 [3, с271]

$K_p = K_{\text{мр}} K_{\text{фр}} K_{\text{ур}} K_{\text{лр}} = 0,99 * 0,89 * 1 * 1 = 0,88$ [4, с271] – коэффициенты, учитывающие параметры инструментов по табл. 23[4, с275]

$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_{\text{в}}}{750}\right)^{n_v} = \left(\frac{740}{750}\right)^1 = 0,99$ –коэффициент, учитывающий качество материала по табл. 9[4, с264]

Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_Z * V}{1020 * 60} = \frac{6695 * 78,65}{1020 * 60} = 8,6 \text{ кВт}; [4, \text{с. } 271]$$

На основе проведённых расчетов максимальная мощность равна 8,6 кВт.

3.8 Выбор оборудования

Учитывая размеры обрабатываемой заготовки и требуемую мощность выбираем токарный станок с ЧПУ модели ТС1640Ф3 [5].

Технические характеристики станка ТС1640Ф3.

Таблица 2. Технические характеристики.

Макс. диаметр изделия над станиной, мм	800
Макс. диаметр изделия типа диск, мм	880
Макс. диаметр обработки изделия типа вал, мм	460
Макс. вес заготовки, кг	2000
Максимальное перемещение оси X, мм	460
Макс перемещение по оси Z, мм	1500
Быстрые перемещения по оси X, мм/мин	4000
Быстрые перемещения по оси Z, мм/мин	4000
Рабочая подача, мм/мин	0.01~4000
Диапазон частоты вращения, об/мин	10 - 1000
Мощность э/д шпинделя, кВт	11
Число инструментов, шт	4

3.9 Нормирование технологического процесса

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{T_{\text{ПЗ}}}{N} + T_{\text{шт}};$$

$$T_{\text{шт}} = (T_a + T_{\text{вр}} * k_{\text{ТВ}}) * \left(1 + \frac{k}{100}\right);$$

T_a – время автоматическое работы станка.

$$T_a = T_{Oa} + T_{Ba};$$

T_{Oa} – основное автоматическое время,

T_{Ba} – вспомогательное автоматическое время.

$T_{\text{вр}}$ – вспомогательная ручная работа,

$k_{ТВ}$ – поправочный коэффициент на время вспомогательной ручной работы,

k – коэффициент учитывающий время на обслуживание рабочего места и личные надобности трудящихся.

Основное автоматическое время

Таблица 3

Ин-т	Схема	Тр-я	l_1	l_2	l_3	l_p
1		2-4	40,7	2	2	44,7
		6-9	46,47	2	2	50,47
		11-14	52,24	2	2	56,24
		16-19	58,02	2	2	62,02
		21-24	63,78	2	2	67,48
		26-29	69,55	2	2	73,55
		31-34	75,32	2	2	79,32
		36-39	81,09	2	2	85,09
		41-44	86,86	2	2	89,86
2		46-47	78	2	2	82
		50-51	78	2	2	82
		54-55	78	2	2	82
		58-59	78	2	2	82
		62-63	78	2	2	82
		66-67	78	2	2	82
		70-71	78	2	2	82
		74-75	78	2	2	82
		78-79	78	2	2	82
		82-83	78	2	2	82
		86-87	78	2	2	82
		90-91	78	2	2	82
		94-97	78	2	2	82

$$T_{Oa} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{n_i S_i} i$$

$$= \frac{44,7 + 50,47 + 56,24 + 62,02 + 67,48 + 73,55 + 79,32 + 85,09 + 89,86 + 82 + 82 + 82 + 82 + 82 + 82 + 82 + 82 + 82 + 82 + 82 + 82 + 82}{0,8 * 79,52}$$

= 26,23 мин;

Вспомогательное автоматическое время

$$T_{Ba} = T_{Ba_1} + T_{Ba_2} + T_{Ba_3};$$

T_{Ba_1} – время на вспомогательные программные переходы,

$$T_{Ba_1} = \left(\frac{\sum L_i}{n_i S_i} \right)_{XZ} = \frac{2637,25}{10 * 500} = 1 \text{ мин};$$

T_{Ba_2} – время автоматической вспомогательной работы. Например: поворот револьверной головки, поворот резцедержателя,

$$T_{Ba_2} = 0,03 \text{ мин};$$

T_{Ba_3} – время на технологический останов.

$$T_{Ba_3} = 0.$$

$$T_{Ba} = 1 + 0,03 + 0 = 1,03 \text{ мин};$$

Тогда автоматическое время работы станка равно:

$$T_a = 26,23 + 1,03 = 27,26 \text{ мин};$$

Вспомогательная ручная работа

$$T_{Bp} = T_{By} + T_{Bi} + T_{Boп};$$

Вспомогательное время на установку и снятие детали – $T_{By}=0,18$ [5, с 130] мин.

Время на контрольные измерения $T_{Bi}=0,21 \cdot 10=2,1$ мин.

Время на работы и команды $T_{Boп} = 0$.

$$T_{Bp} = 0,18 + 2,1 + 0 = 2,28 \text{ мин};$$

Определим коэффициенты: $k_{ТВ} = 1; k = 7$.

Определим штучное время:

$$T_{шт} = (27,26 + 2,28 * 1) * \left(1 + \frac{7}{100} \right) = 30,61 \text{ мин};$$

Определим $T_{пз}$ по карте 49 [5, с.134]. Получаем:

$$T_{пз} = 25 \text{ мин}.$$

Тогда:

$$T_{ш-к} = \frac{25}{5} + 30,61 = 35,61 \text{ мин};$$

Вывод

В результате проделанной работы спроектирован технологический процесс изготовления фланца, приобретены необходимые навыки рационального выбора заготовки и составления маршрута обработки в условиях мелкосерийного производства, которое на сегодняшний день является самым распространенным в России. В ходе курсового проекта получены знания расчета припусков на механическую обработку, освоена методика назначения и расчетов режимов резания. Для всех операций было выбрано оборудование, режущий инструмент и средства контроля. Было проведено нормирование технологического процесса.

Выполнение технологического раздела ВКР позволило не только углубить знания по данной дисциплине, но и расширить их по другим общетехническим дисциплинам путем самостоятельного решения конкретных технологических задач при проектировании технологического процесса.

4. РАЗДЕЛ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Н41	Рындиной Юлии Сергеевне

Школа	Новых производственных технологий
Направление подготовки (специальность)	15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
Уровень образования	Бакалавр
Отделение	Материаловедения
Период выполнения	(осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<p>1. <i>Стоимость ресурсов для изготовления изделия «Ветрогенератор Савониус-ортогональный»</i></p>	<p>1. <i>Стоимость основных материалов определить на основе данных прайс-листов организаций-продавцов материалов.</i></p> <p>2. <i>Часовые тарифные ставки по разрядам работ:</i></p> <p><i>1 разряд – 60 руб./час.</i></p> <p><i>2 разряд – 76,5 руб./час.</i></p> <p><i>3 разряд – 97,56 руб./час.</i></p> <p><i>4 разряд – 124,44 руб./час.</i></p> <p><i>5 разряд – 158,7 руб./час.</i></p> <p><i>6 разряд – 202,5 руб./час.</i></p> <p><i>Разряды работ определить исходя из ЕТКС, раздел «Механическая обработка металлов и других материалов»</i></p> <p>3. <i>Тариф на электроэнергию – 5.8 руб/кВт.ч.</i></p>
<p>2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i></p>	<p><i>Для расчетов принять следующие пределы нормативов расходования ресурсов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>– коэффициент транспортно-заготовительных расходов - 0.06</i> <i>– затраты на содержание рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования, непосредственно не занятых изготовлением продукции - 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих</i> <i>– затраты на материалы, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается - 20% от величины амортизации</i> <i>– затраты на ремонт оборудования -100–120% от основной зарплаты основных рабочих.</i> <i>– общецеховые расходы - 50 – 80 %, от основной зарплаты основных рабочих</i> <i>– общехозяйственные расходы -50% от основной зарплаты основных рабочих.</i>

	– расходы на реализацию - 1% от производственной себестоимости
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка отчислений на социальные нужды – 30% от ФОТ Ставка отчислений в фонд социального страхования от несчастных случаев на производстве – 0.7% от ФОТ Налог на добавленную стоимость – 18% от цены изделия.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения работы	Потенциальные потребители результатов работы Карта сегментирования рынка Анализ конкурентных технических решений
2. Планирование работ	График Ганта
3. Расчет себестоимости изготовления изделия «Ветрогенератор Савониус-ортогональный»	1. Расчет затрат на основные и вспомогательные материалы (за вычетом возвратных отходов) 2. Расчет затрат на основную и дополнительную заработную плату основных производственных рабочих, отчислений на социальные нужды. 3. Расчет величины расходов на содержание и эксплуатацию оборудования. 4. Расчет величины общецеховых, общехозяйственных, внепроизводственных расходов. 5. Провести расчет себестоимости для условий мелкосерийного производства
4. Расчет цены изделия «Ветрогенератор Савониус-ортогональный» с НДС	Расчет произвести с использованием нормативного метода ценообразования. Норму рентабельности принять в пределах 5-20%

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Калькуляция себестоимости изделия «Ветрогенератор Савониус-ортогональный»
--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Гаврикова Н. А	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н41	Рындина Юлия Сергеевна		

Введение

Современный мир стремится к экономии бюджетных средств и природных ресурсов. В связи с этим тенденция получения энергии из возобновляемых источников развивается все стремительнее, однако не во всех районах к этому можно прийти одинаково легко, например, г. Томск, не является районом с сильными ветрами и постоянным солнцем. Поэтому разработка ветрогенераторов, способных выдавать электроэнергию при малейших скоростях ветра очень актуальна.

Основной целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является оценка конкурентоспособности и востребованности разработки в условиях современного рынка.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), 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 условиях ухудшения экологии и удорожания цен на электроэнергию актуальным решением является использование ветрогенератора и гибридных установок (ветрогенератор + солнечная панель) в повседневной жизни города Томска.

Потенциальными потребителями являются организации и подразделения, занимающиеся градостроительством:

- Мэрия г. Томска
- Предприниматели города
- Население г. Томска

Для того, чтобы выявить, кому наиболее целесообразно покупать данную установку, проведем сегментацию.

Сегментацию будем проводить по зонам города Томска. Карта сегментирования представлена в таблице 4.

Таблица 4. Карта сегментирования рынка по зонам использования ветрогенераторов в городе Томске.

		Зоны города Томска												
		Парки		Улицы		Светофоры		Помещения предприятий		Дворы		Многоэтажные дома		Бюджетные учреждения
Потребители г. Томска	Мэрия	Бирюзовым	Красным	Бирюзовым			Красным						Бирюзовым	Красным
	Индивидуальные предприниматели						Бирюзовым	Красным						
	Население								Бирюзовым		Бирюзовым			

Бирюзовым выделены зоны, в которых наиболее целесообразна установка только ветрогенераторов, а **красным** выделены зоны, в которых можно поставить гибридную установку, состоящую из солнечного и ветряного модуля.

Исходя из таблицы, можно сделать вывод, что наиболее целесообразно использование ветрогенераторов для улиц, парков, светофоров и бюджетных учреждений города Томска.

Ниже проведена сегментация по мощностям ветровых установок.

Таблица 5. Карта сегментирования рынка по мощностям использования ветрогенераторов в городе Томске.

		Мощность ветрогенератора					
		20 Вт	30 Вт	40 Вт	50 Вт	100 Вт	150 Вт
Потребители г. Томска	Мэрия	Зеленым	Зеленым				
	Индивидуальные предприниматели			Зеленым	Зеленым		
	Строительные компании	Зеленым				Зеленым	Зеленым

Из таблицы видно, что нужно сконцентрироваться на производстве мало-мощных роторов, которые за счет комбинирования могут выдать большую мощность при одной и той же силе ветра.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.

На данный момент в России достаточно мало предприятий, которые занимаются производством ветрогенераторов. Еще меньше предприятий, которые выпускают ветрогенераторы с вертикальной осью вращения. Однако они все же есть, и уже успели занять некоторую нишу на рынке.

В таблице представлена характеристика сильных и слабых сторон компаний конкурентов, а также конструкции представленной в рамках данной работы.

Таблица 6

Компания производитель	Преимущества	Недостатки
ООО «ГРЦ-Вертикаль»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наличие уникальных разработок. 2. Наличие опыта работы в сфере ветроэнергетики. 3. Поставка, монтаж и обслуживание осуществляется производителем. 4. Наличие собственного производства. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дороговизна. 2. Высокая скорость страгивания. 3. Отсутствует производство ветрогенераторов малых мощностей. 4. Большая масса.
ООО «EDS Group»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Большая номенклатура предлагаемых товаров. 2. Наличие опыта работы в сфере ветроэнергетики. 3. Поставка, монтаж и обслуживание осуществляется производителем. 4. Низкий уровень шума. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствует собственное производство. 2. Производство ветрогенераторов ведется за рубежом. 3. Высокая скорость страгивания. 4. Отсутствует производство ветрогенераторов малых мощностей.
ООО «Сальма-баш»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наличие собственного производства. 2. Надежность. 3. Высокая прочность. 4. Простота эксплуатации. 5. Низкий уровень шума при работе. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Производство находится в европейской части России. 2. Высокая скорость страгивания. 3. Отсутствует производство ветрогенераторов малых мощностей.
Ветрогенератор разработанный в данном проекте	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уникальный товар; 2. Низкая скорость страгивания; 3. Относительно низкая стоимость; 4. Простота изготовления; 5. Встраиваемость ротора в различные конструкции; 6. Малый вес; 7. Малая шумность в работе; 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие собственного производства компонентов; 2. Отсутствие опыта работы в данной сфере; 3. Отсутствие технической поддержки;

Если обобщить все собранные данные о компаниях-конкурентах, то можно констатировать, что все разработки, представленные ими рассчитаны на последующую их эксплуатацию в районах с сильными ветрами.

Наименьшая скорость страгивания ветрогенераторов компании ООО «Сальмабаш» составляет 3-5 м/с, компании ООО «EDS Group» 2,5 м/с, в то время как на номинальную мощность ветрогенератор выходит при скорости 8 м/с, а у компании ООО «ГРЦ-Вертикаль» скорость страгивания составляет 1,5 м/с.

Также все компаний выпускают ветрогенераторы больших мощностей. Мощность, самого маломощного ветрогенератора, который выпускает компания ООО «ГРЦ-Вертикаль», составляет 100 Вт, ветрогенератора компании ООО «EDS Group» 500 Вт, а ветрогенератора компании ООО «Сальмабаш» 300 Вт.

Специфика же нашего продукта сосредоточена на, создании ветрогенератора, работающего при малейшей скорости ветра, т. к. средняя скорость ветра в Томской области составляет 2 м/с.

Однако, есть и преимущества фирм конкурентов, которые необходимо взять на вооружение и в дальнейшем проработать, например, такие как: монтаж и техническое обслуживание ветрогенераторов в условиях их эксплуатации.

Для того, чтобы лучше понять, как увеличить конкурентоспособность продукта на рынке, проведем анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения с помощью оценочной карты, которая приведена в таблице 7.

Таблица 7. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	Б _{к3}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}	К _{к3}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Технические критерии оценки ресурсоэффективности									
1. Скорость страгивания	0,5	5	4	3	2	2,5	2	1,5	1
2. Рабочая скорость ветра	0,1	5	4	2	3	0,5	0,4	0,2	0,3
3. Надежность	0,02	4	4	5	5	0,08	0,08	0,1	0,1
4. Безопасность	0,04	5	4	5	5	0,2	0,16	0,2	0,2
5. Удобство эксплуатации	0,03	5	5	5	3	0,15	0,15	0,15	0,09
6. Ремонтопригодность	0,04	3	5	4	4	0,12	0,2	0,16	0,16
7. Уровень шума	0,03	5	5	5	4	0,15	0,15	0,15	0,12
8. Простота изготовления	0,04	4	5	5	4	0,16	0,2	0,2	0,16
9. Универсальность	0,01	4	3	3	3	0,04	0,03	0,03	0,03
10. Вес	0,02	5	3	2	3	0,1	0,06	0,04	0,06
Экономические критерии оценки эффективности									
1. Уровень проникновения на рынок	0,01	3	3	5	4	0,03	0,03	0,05	0,04
2. Цена	0,1	5	3	4	4	0,5	0,3	0,4	0,4

3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,03	5	4	5	4	0,15	0,12	0,15	0,12
4. Послепродажное обслуживание	0,01	2	5	5	5	0,02	0,05	0,05	0,05
5. Финансирование научной разработки	0,01	1	5	5	5	0,01	0,05	0,05	0,05
6. Срок выхода на рынок	0,01	5	5	5	5	0,05	0,05	0,05	0,05
Итого	1	Суммарная оценка				4,68	4,03	3,53	3,21

Бф – разработанная конструкция ветрогенератора; Бк1 – ветряная установка компании ООО «ГРЦ-Вертикаль»; Бк2 – ветряная установка компании ООО «EDS Group»; Бк3 – ветряная установка компании ООО «Сальмабаш».

Анализ конкурентных технических решений определяем по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Преимущество перед конкурентами: ветрогенератор имеет малую скорость страгивания, номинальную мощность, удобен в эксплуатации, безопасен, имеет низкий уровень шума.

Из таблицы можно увидеть, что для увеличения конкурентоспособности на рынке следует: увеличить ремонтпригодность, уровень послепродажного обслуживания, уровень проникновения на рынок, а также финансирование научной разработки.

4.2 Расчет цены изделия

График Ганта (Линейный график)



Таблица 8

Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.*	Затраты на материалы, руб.
Стеклоткань Т-11	м ²	1	220	233,2
Смола полиэфирная ДЕ-ПОЛ П-160 ПТ	л	1	250	265
Отвердитель Аккрегох А50	кг	0,002	635	1,35
Полиэфирная шпатлевка GRAVIPLAST 328 DITY	кг	0,5	654	346,62
Грунт полиуретановый "УР-2К" ИП	кг	0,3	397,5	126,41
Эмаль УР-2К ИП 2-х компонентная полиуретановая	кг	0,3	36	11,45
Клей ВК-9 клей эпоксидно-полиамидный	г	50	4,5	238,5
Сталь Шх15	кг	28	49	1038,8
Генератор	шт	1	12236,68	12970,16
Итого: 2261,33 р.				

*Цены получены из прайс-листов поставщиков материалов: <https://smola20.ru>; <http://polimer-market76.ru>; <http://www.polypark.ru>; <http://www.super-kraska.ru>;

$$C_M = (1 + k_{ТЗ}) \sum_{i=1}^m C_i * N_{Pi};$$

$k_{ТЗ} = 0,06$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов.

Таблица 9

Расчет затрат по статье
«Покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты»

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.*	Затраты на материалы, руб.
Генератор	шт	1	12236,68	12970,16
Итого: 12970,16 р.				

*Цена получена из прайс-листа поставщика генератора: <http://ru.aliexpress.com>

$k_{ТЗ} = 0,06$ – коэффициент транспортно – заготовительных расходов.

$$C_{П} = (1 + k_{ТЗ}) * C_i;$$

Расчет затрат по статье «Возвратные отходы»

Наименование	Ед. изм.	Масса заготовки	Масса детали	Цена за ед., руб.	Затраты на возвратные расходы, руб.
Матрица (Сталь Шх15)	кг	28,39	4,46	6,755	158,4
Итого: 158,4					

$$C_{от} = M_{от} * C_{от} = (V_{чр} - V_{чст}) * (1 - \beta) * C_{от};$$

β – доля безвозвратных потерь (принять 0,02).

Расчет затрат по статье «Топливо и энергия на технологические цели»

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на электроэнергию, руб.
Электроэнергия	кВт/ч	125	5,8	181,25
Итого: 181,25 р.				

Цена получена из прайс-листа поставщиков энергии: <https://www.ensb.tomsk.ru>

$$C_{тэ} = C_{тэ} * \frac{t_{шт} * P}{n_d};$$

где $C_{тэ}$ – отпускная цена (тариф) единицы ресурса, ден. ед.; P – мощность оборудования; n_d – количество выплавляемых деталей.

$$C_{тэ} = 5,8 * \frac{1 * 125}{4} = 181,25 \text{ р.};$$

Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих»

$$C_{озп} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_i}{60} * ЧТС_i * k_{пр};$$

$k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде.

$$C_{озп} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{60}{60} * 60 * 1,4 + \frac{30}{60} * 60 * 1,4 + \frac{90}{60} * 60 * 1,4 + \frac{180}{60} * 60 * 1,4 + \frac{60}{60} * 60 * 1,4 + \frac{60}{60} * 60 * 1,4 + \frac{240}{60} * 60 * 1,4 + \frac{60}{60} * 60 * 1,4 + \frac{30}{60} * 60 * 1,4 = 1134 \text{ р.};$$

Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} * k_{\text{д}};$$

$K_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату;

$$C_{\text{дзп}} = 1134 * 1,1 = 1247,4 \text{ р};$$

Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»

$$C_{\text{н}} = \frac{(C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}}) * (O_{\text{с.н.}} + O_{\text{стр}})}{100};$$

$O_{\text{с.н.}}$ – ставка социального налога (принять 30 %); $O_{\text{стр}}$ – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%);

$$C_{\text{н}} = \frac{1247,4 * (30 \% + 0,7\%)}{100} = 382,95 \text{ р};$$

Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»

Элемент «а» (амортизация оборудования)

$$A_{\text{год}} = \sum_{i=1}^T \Phi_i * N_{ai} + \sum_j^m \Phi_j * N_{aj};$$

где Φ_i – первоначальная (балансовая) стоимость единицы оборудования i -го типа, $i = 1, \dots, T$; T – количество типов используемого оборудования; Φ_j – то же для j -го типа оснастки $j=1, \dots, m$; m – количество типов используемой оснастки; N_{ai} и N_{aj} – соответствующие нормы амортизации.

Таблица 12

Тип оборудования	Стоимость, руб.	Количество	Срок эксплуатации, лет	Амортизационные отчисления, руб.
Токарный станок ТС1640Ф3 С ЧПУ	4700000	1	8	1175
Вертикально-сверлильный станок Z5030 / Z5035	530000	1	10	14,87
Бесцентрово-шлифовальные станки JAGURA	2100000	1	10	58,8
Лазерный станок пятикоординатный СЛС5	1500000	1	5	88,2
Матрица лопасти	1000	3	1	2
Форма для литья	5000	1	3	3
Итого: 1341,87 р.				

$$N_a = \frac{1}{T_{\text{пи}}};$$

где $T_{\text{ши}}$ – срок полезного использования

$$H_{\text{ат}} = \frac{1}{8} = 0,125;$$

$$H_{\text{ас}} = \frac{1}{10} = 0,1;$$

$$H_{\text{аш}} = \frac{1}{10} = 0,1;$$

$$H_{\text{ал}} = \frac{1}{5} = 0,2;$$

$$H_{\text{ам}} = \frac{1}{1} = 1;$$

$$H_{\text{аф}} = \frac{1}{3} = 0,3;$$

$$A_{\text{год}} = \Phi_i * H_{ai};$$

$$A_{\text{год т}} = 4700000 * 0,125 = 587500 \text{ р/год};$$

$$A_{\text{год с}} = 530000 * 0,1 = 53000 \text{ р/год};$$

$$A_{\text{год ш}} = 2100000 * 0,1 = 210000 \text{ р/год};$$

$$A_{\text{год л}} = 1500000 * 0,05 = 75000 \text{ р/год};$$

$$A_{\text{год м}} = 1000 * 1 = 1000 \text{ р/год};$$

$$A_{\text{год ф}} = 5000 * 0,3 = 1500 \text{ р/год};$$

$$l_{\text{кр}} = \frac{N_{\text{в}} * \sum_{i=1}^P t_i^{\text{шт.к}}}{\sum_{i=1}^P F_i};$$

где $N_{\text{в}}$ – годовой объем выпуска изделия (детали), шт.; P – количество операций в технологическом процессе; $t_i^{\text{шт.к}}$ – штучно-калькуляционное время на i -й операции процесса, $i = 1, \dots, P$; F_i – действительный годовой фонд времени работы оборудования, используемого на i -й операции с учетом принятого количества рабочих смен.

$$l_{\text{крт}} = \frac{500 * (3 + 1)}{2014} = 0,99;$$

$$l_{\text{крс}} = \frac{500 * 0,5}{2014} = 0,12;$$

$$l_{\text{крш}} = \frac{500 * 0,5}{2014} = 0,12;$$

$$l_{\text{крл}} = \frac{500 * (1 + 1)}{2014} = 0,5;$$

$$l_{\text{крм}} = \frac{500 * 10}{2014} = 2,48;$$

$$l_{\text{крф}} = \frac{500 * 3}{2014} = 0,74;$$

Если $l_{\text{кр}} \geq 0,6$, то $C_a = A_{\text{год}} / N_v$;

В противном случае $C_a = (A_{\text{год}} / N_v) * (l_{\text{кр}} / \eta_{\text{з.н.}})$;

где $\eta_{\text{з.н.}}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования. В зависимости от типа производства для него следует принять значения: массовое и крупносерийное – 0,7; среднесерийное – 0,8; мелкосерийное – 0,85.

Расчет амортизационных отчислений:

$$C_{\text{ат}} = 587500 / 500 = 1175;$$

$$C_{\text{ас}} = (53000 / 500) * (0,12 / 0,85) = 14,87;$$

$$C_{\text{аш}} = (210000 / 500) * \left(\frac{0,12}{0,85} \right) = 58,8;$$

$$C_{\text{ал}} = (75000 / 500) * (0,5 / 0,85) = 88,2;$$

$$C_{\text{ам}} = 1000 / 500 = 2;$$

$$C_{\text{аф}} = 1500 / 500 = 3;$$

Элемент «б» (эксплуатация оборудования)

$$C_{\text{экс}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}}) * 0,4;$$

$$C_{\text{экс}} = (1247,4 + 716,09) * 0,4 = 785,396 \text{ р.};$$

$$C_{\text{мэкс}} = C_a * 0,2;$$

$$C_{\text{мэкс}} = 1341,87 * 0,2 = 268,374 \text{ р.};$$

$$C_{\text{эл.п.}} = C_{\text{э}} * K_{\text{п}} * \sum_{i=1}^P W_i * K_{\text{В}i} * t_i^{\text{шт.к.}};$$

где $C_{\text{э}}$ – тариф на электроэнергию ден. ед. / кВт.ч.; $K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети (1,05); W_i – мощность электропривода оборудования, используемого на i -й операции; $K_{\text{В}i}$ – коэффициент загрузки электропривода оборудования по времени, применяется при невозможности непосредственно определить $t_i^{\text{маш}}$ и принимается равным 0,6 – 0,7 от $t_i^{\text{шт.к.}}$.

$$C_{\text{эл.п.}} = 5,8 * 1,05 * \sum_{i=1}^P 0,6 * 0,7 * 4 * 4 + 0,8 * 0,7 * 0,5 * 0,5 + 0,5 * 0,7 * 0,5 * 0,5 + 0,3 * 0,7 * 2 * 2 = 47,444 \text{ р.};$$

Элемент «с» (ремонт оборудования)

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{озп}} * (0,1 - 0,12);$$

$$C_{\text{рем}} = 1134 * 0,1 = 113,4 \text{ р.};$$

Элемент «е» (погашение стоимости инструментов)

Инструмент:

Резец проходной отогнутый ВК8 32 × 20 × 170 мм;

Сверло центровочное 5,0 мм Р9 тип В 8 115,9;

Круг Кз 200 × 20 × 76 ПП 64С40СМ;

$$C_{\text{ион}} = \frac{(1 + k_{\text{ТЗ}}) * \sum_{i=1}^P \text{Ц}_{\text{и}i} * t_{\text{рез.}i} * m_i}{T_{\text{ст.и.}i} * n_i};$$

где $\text{Ц}_{\text{и}i}$ – цена инструмента, используемого на i -й операции, $i = 1, \dots, P$; $t_{\text{рез.}i}$ – время работы инструмента, применяемого на i -й операции, мин.; m_i – количество одновременно используемых инструментов; $T_{\text{ст.и.}i}$ – период стойкости инструмента (время резания между переточками), мин., (см. прил. 5); n_i – возможное количество переточек (правок) инструмента; $k_{\text{ТЗ}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{\text{ТЗ}}=0,06$).

$$C_{\text{ион р}} = \frac{(1 + 0,06) * (100,9 * 60 * 1)}{26 * 3} = 82,27 \text{ р.};$$
$$C_{\text{ион с}} = \frac{(1 + 0,06) * (52 * 60 * 1)}{8 * 3} = 137,8 \text{ р.};$$
$$C_{\text{ион к}} = \frac{(1 + 0,06) * (114,16 * 60 * 1)}{40 * 3} = 60,51 \text{ р.};$$
$$C_{\text{ион}} = C_{\text{ион р}} + C_{\text{ион с}} + C_{\text{ион к}};$$
$$C_{\text{ион}} = 82,27 + 137,8 + 60,51 = 280,58 \text{ р.};$$

Расчет затрат по статье «Общехозяйские расходы»

$$C_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} * k_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} * (0,5 - 0,8);$$
$$C_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} * k_{\text{оп}} = 1134 * 0,8 = 907,2 \text{ р.};$$

Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»

$$C_{\text{ох}} = C_{\text{озп}} * k_{\text{ох}} * C_{\text{ох}} = C_{\text{озп}} * k_{\text{ох}};$$

Расчет производится с помощью коэффициента $k_{\text{ох}}$, устанавливающего нормативное соотношение между величиной данных затрат и основной заработной производственных рабочих. Рекомендуемое значение $k_{\text{ох}} = 0,5$.

$$C_{\text{ох}} = 1134 * 0,5 = 567 \text{ р.};$$

Расчет бюджета затрат по статье «Расходы на реализацию (внепроизводственные)»

$$C_{\text{р.р}} = 0,01 * (C_{\text{М}} + C_{\text{П}} - C_{\text{от}} + C_{\text{ТЗ}} + C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{Н}} + C_{\text{а}} + C_{\text{экс}} + C_{\text{мэкс}} + C_{\text{эл.п.}} + C_{\text{рем}} + C_{\text{ион}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{ох}});$$
$$C_{\text{р.р}} = 0,01 * (2261,33 + 12970,16 - 158,4 + 181,25 + 1134 + 1247,4 + 382,95 + 1341,87 + 785,396 + 268,374 + 47,444 + 113,4 + 280,58 + 907,2 + 567 = 223,3 \text{ р.};)$$

Расчет прибыли

$$C_{\text{пр}} = 0,2 * (C_{\text{М}} + C_{\text{П}} + C_{\text{ТЭ}} + C_{\text{от}} + C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}} + C_{\text{а}} + C_{\text{экс}} + C_{\text{мэкс}} + C_{\text{эл.п.}} + C_{\text{рем}} + C_{\text{ион}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{ох}} + C_{\text{р.р}});$$

$$C_{\text{пр}} = 0,2 * (2261,33 + 12970,16 - 158,4 + 181,25 + 1134 + 1247,4 + 382,95 + 1341,87 + 785,396 + 268,374 + 47,444 + 113,4 + 280,58 + 907,2 + 567 + 223,3) = 4510,65 \text{ р.};$$

Расчет НДС

$$C_{\text{ндс}} = 0,18 * (C_{\text{М}} + C_{\text{П}} + C_{\text{ТЭ}} + C_{\text{от}} + C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}} + C_{\text{а}} + C_{\text{экс}} + C_{\text{мэкс}} + C_{\text{эл.п.}} + C_{\text{рем}} + C_{\text{ион}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{ох}} + C_{\text{р.р}} + C_{\text{пр}});$$

$$C_{\text{ндс}} = 0,18 * (2261,33 + 12970,16 - 158,4 + 181,25 + 1134 + 1247,4 + 382,95 + 1341,87 + 785,396 + 268,374 + 47,444 + 113,4 + 280,58 + 907,2 + 567 + 223,3 + 4510,65) = 4871,33 \text{ р.};$$

Цена изделия

$$C_{\text{цена}} = C_{\text{М}} + C_{\text{П}} + C_{\text{ТЭ}} + C_{\text{от}} + C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}} + C_{\text{а}} + C_{\text{экс}} + C_{\text{мэкс}} + C_{\text{эл.п.}} + C_{\text{рем}} + C_{\text{ион}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{ох}} + C_{\text{р.р}} + C_{\text{пр}} + C_{\text{ндс}};$$

$$C_{\text{цена}} = 2261,33 + 12970,16 - 158,4 + 181,25 + 1134 + 1247,4 + 382,95 + 1341,87 + 785,396 + 268,374 + 47,444 + 113,4 + 280,58 + 907,2 + 567 + 223,3 + 4510,65 + 4871,33 = 31935 \text{ р.}$$

Вывод

В результате экономического раздела выпускной квалификационной работы было определено, что на изготовление одного изделия в масштабах мелко-серийного производства требуется 13,5 часов рабочего времени, при условии работы одного исполнителя.

Цена изделия составляет 31935 рублей, что намного выгоднее конкурентных предложений. Для того, чтобы снизить стоимость изделия и сделать его еще более доступным планируется самостоятельное производство генераторов.

Финансовая часть была рассчитана для установки с элементом фланец, который способствует надежному креплению ветрогенератора к различным конструкциям. Для того, чтобы упростить производство и снизить материалоемкость, а соответственно и себестоимость можно убрать этот компонент.

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»



Школа	Новых производственных технологий
Направление подготовки (специальность)	15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
Уровень образования	Бакалавр
Отделение	Материаловедения
Период выполнения	(осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Студенту:

Группа	ФИО
8Н41	Рындиной Юлии Сергеевне

Тема работы:

Проектирование ветрогенераторов для городской среды г. Томска

Форма представления работы:

Бакалаврская 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)– негативного воздействия на окружающую природную среду	<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, повышенное электромагнитное излучение оборудования</p> <p><u>Опасные факторы:</u> подвижные части производственного оборудования.</p> <p><u>Негативное влияние на окружающую среду:</u> бытовые отходы.</p>

<p>- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</p>	<p><u>Чрезвычайные ситуации:</u> пожар, глобальные катастрофы.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 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>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"> - Шум негативно сказывается на психофизиологическом состоянии. - Вибрация отрицательно сказывается на здоровье человека при длительном пребывании вблизи устройства. - Негативные электромагнитное и ионизирующее излучения отрицательно сказываются на нервной и иммунной системе человеческого организма. - Негативное влияние ветрогенераторов на живую фауну. - 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>Механические опасности:</u> Источники травмирования: подвижные части производственного оборудования. Защита: датчики и кнопки экстренной остановки. - <u>Термические опасности</u> отсутствуют. - <u>Электробезопасность</u> отсутствуют - <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"> - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); 	<ul style="list-style-type: none"> - Оборудование не производит вредных и опасных отходов в атмосферу, гидросферу.

<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – 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:</u> Пожар.</p> <p><u>Превентивные меры:</u> Повышение уровня электроизоляции, устройство оповещения при пожаре, датчики дыма</p> <p><u>Меры по повышению устойчивости объекта к пожару:</u> соблюдение техники безопасности.</p> <p><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>

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н41	Рындина Юлия Сергеевна		

Введение

В рамках дипломной работы был спроектирован вертикальный ветрогенератор.

Для производства ветрогенераторов, монтажа и дальнейшей эксплуатации необходимо участие человека. Ветрогенераторы, как и прочие установки оказывают влияние на окружающую среду.

Данный раздел посвящён вопросам воздействия ветрогенераторов на организм человека на животных и на близь лежащие территории.

В работе рассмотрены и выявлены рекомендации по эксплуатации ветрогенераторов подробно описаны вибрационное, шумовое и электромагнитное влияние ветрогенераторов, даны рекомендации по эксплуатации ветрогенератора.

Также подробно рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, приведены необходимые ГОСТы и СанПиНы.

5.1 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды.

При проектировании установки было сфокусировано особое внимание на том, чтобы спроектировать безопасный ветрогенератор, учесть и минимизировать все физические, химические и биологические факторы, чтобы исключить вредное воздействия на людей, животных, здания и сооружения, без потери при этом качества продукции.

5.1.1 Шумовой эффект, производимый ветрогенератором

К числу, наиболее опасных факторов, негативно влияющих на здоровье человека, относят шумовой эффект. Источником шума являются механические колебания упругих тел. В основе шума, исходящего от ветрогенератора лежит: шум от работы механических и электрических компонентов (в современном оборудовании практически отсутствует), а также шум возникающий при взаимодействии лопастей с ветровым потоком.

Известно, что по санитарным нормам ГОСТ12.1.003-83, допустимый уровень шума, не наносящий вреда слуху составляет 55 децибел (дБ) в дневное время и 40 децибел (дБ) ночью.

Просмотрев предлагаемые вертикальные ветроустановки на рынке было выявлено что, средний шумовой эффект, который они способны выдать составляет 30-40 дБ, при габаритах лопастей до 2 м в длину и таким же диаметральной расстоянием. Лопастей же спроектированной установки не превышают 30 см в длину и 30 см в диаметральной расстоянии между лопастями. Отсюда можно утверждать, что шумовой эффект, создаваемый маленькой вертикальной ветряной установкой, значительно меньше 30-40 дБ, так как аэродинамический шумовой эффект минимален.

5.1.2 Инфразвук и вибрации

Еще одним фактором негативного воздействия ветрогенераторов являются вибрации и инфразвук. При работе ротора ветрогенератора на концах лопастей возникают вихри, которые и являются источниками инфразвука. Мощность вибрации увеличивается с увеличением мощности ветрогенератора. Частота вибрации, создаваемых ветрогенератором может достигать до 6-7 Гц, что совпадает с

природным мозговым ритмом человека и постепенно может привести к психотропным расстройствам.

Однако, все эти негативные факторы существенно проявляются при создании больших ветростанций, малая же энергетика существенно безопаснее железнодорожного транспорта, автомобилей, трамваев и других источников инфразвука и вибраций, с которыми человек сталкивается повсеместно.

Что касательно вибраций, то они больше вредоносны не для людей, а для зданий и сооружений. В современном мире этот вопрос хорошо изучен и описан в ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность».

Для того, чтобы минимизировать вибрации нужно периодически проводить отбалансировку ветротурбины, проводить техосмотр оборудования. Также использование лопастей хорошего аэродинамического профиля существенно снижает вибрации в принципе, в проекте были выбраны лопасти Савониус и ортогональные лопасти уже давно используемые в бытовых условиях.

Для установки ветрогенераторов на здания и сооружения рекомендовано использовать виброизоляторы (специальные агрегаты, обладающие малой жесткостью). Например, для уменьшения воздействия вибраций на несущую конструкцию используют пружинные или резиновые виброизоляторы.

5.1.3 Влияние ветрогенератора на живую фауну

Считается, что ветрогенераторы приносят вред животным и птицам. Но как показывает статистика, что на 10 000 особей птиц из-за работы ветрогенераторов погибает менее 1 шт, (к тому же, стоит отметить, что спроектированный ветрогенератор является вертикальным, вертикальные ветрогенераторы хорошо видны для птиц и представляют более меньшую опасность чем горизонтальные), а вот из-за телебашен – гибнет 250 шт птиц, от пестицидов – 700 шт, из-за различных механизмов – 700 шт, из-за ЛЭП – 800 шт, из-за кошек – 1000 шт, из-за домов/окон – 5500 шт. [15]

Отсюда можно считать, что ветрогенераторы не являются значимым вредом для птиц.

Что касательно других представителей фауны: то данный ветрогенератор вполне безопасен, так как вибрации и ультразвук издаваемый им значительно мал.

В свою очередь известно, что ветрогенератор мощностью 1 МВт сокращает ежегодные выброс в атмосферу: 1800 тонн углекислого газа, 9 тонн оксида серы, 4 тонн оксида азота.

Кроме того, ветрогенераторы, нежели тепловые электростанции, способны производить электроэнергию не используя воды, что существенно сокращает использование водных ресурсов.

5.1.4 Электромагнитное излучение оборудования

На сегодняшний день все установки, оборудование, которыми пользуется человек, являются носителями электромагнитного излучения (ЭМИ).

В современном мире электромагнитное излучение повсеместно окружает человека в бытовой жизни, люди постоянно используют телефоны, микроволновые печи, телевизоры, стиральные машины, даже проводка в стене излучает ЭМИ.

Давно известный факт, что интенсивность ЭМИ от бытовых приборов мала и в квартире при замерах от общего фона ЭМИ она мало отличается. Также известно, что уровень воздействия ЭМИ квадратичен расстоянию, это значит, что ЭМИ будет уменьшаться с увеличением расстояния между предметом и источником излучения.

Излучение от среднего по мощности ветрогенератора сходно по значению излучению от холодильника или дрели, что касательно маломощных ветрогенераторов, разработка которых и велась в данной работе, ЭМИ излучаемое ими будет даже меньше некоторых бытовых приборов. Также ветрогенераторы устанавливаются не в радиусе постоянного контакта ветрогенератора и человека, а существенное электромагнитное излучение исходит от ветрогенераторов мощностью от 1 МВт и более (такие установки располагаются вдалеке от места проживания людей).

На данный момент разработаны нормы излучения по СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 в которых регламентируется какое излучение является для человека приемлемым, критическим и прописан ряд рекомендации по взаимодействию с ним.

Известно, что нормальное ЭМИ для человека составляет 0,2 мкТл, излучение от бытового прибора, например, от электрической печи составляет 0,15 мкТл. Что касательно маломощных ветрогенераторов можно констатировать, что они безопасны, однако в качестве рекомендации, можно посоветовать устанавливать их в месте, расположенном на 2-3 метрах от постоянного прибивания людей.

5.2 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды

5.2.1 Подвижные части оборудования

Подвижные части оборудования представляют собой некоторую опасность для человека при эксплуатации, неправильное обращение с оборудованием влечет за собой многочисленные травмы и увечья.

В ГОСТе 12.2.003-91. подробно прописаны общие требования по безопасности труда.

Ветрогенератор конструкции был спроектирован таким образом, чтобы удовлетворять требованиям ГОСТ, представим некоторые из них:

1. Конструкция производственного оборудования должна исключать на всех предусмотренных режимах работы нагрузки на детали и сборочные единицы, способные вызвать разрушения, представляющие опасность для работающих.
2. Конструкция производственного оборудования должна исключать падение или выбрасывание предметов, представляющих опасность для работающих, а также выбросов смазывающих, охлаждающих и других рабочих жидкостей.

3. Движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травмоопасности, должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикасания к ним работающего или использованы другие средства (например, двуручное управление), предотвращающие травмирование.

На основе рекомендаций ГОСТ 12.2.003-91 были разработаны некоторые правила, которые будут прописаны в техническом паспорте ветрогенератора для его дальнейшей эксплуатации потребителем:

1. Лопасти ротора при вращении являются большим источником опасности, т. к. лопасти изготовлены из прочных материалов и развивают довольно высокую скорость вращения. При вращении лопасти могут нанести серьезную травму, поэтому ни при каких обстоятельствах нельзя устанавливать ветрогенератор в местах возможного контакта движущихся лопастей с человеком.
2. Движущимся частям ветрогенератора требуется осмотр и небольшая подналадка крепежных элементов раз в год, капитальные профилактические работы следует проводить раз в 3 года.

При капитальных работах проводится:

- а) Тщательный осмотр лопастей. В случае обнаружения мест, поврежденных погодными условиями, их следует отремонтировать.
 - б) Тщательный осмотр всех болтов. В случае обнаружения мест, поврежденных погодными условиями, их следует покрыть защитным покрытием.
 - в) Проверка наличия ржавчины на внешней и внутренней поверхности ветряной турбины. При необходимости подкрасить.
3. Для того, чтобы предотвратить вращение лопастей для дальнейшего технического осмотра нужно: отсоединить электрическую проводку, ведущую от ветрогенератора до контроллера; закоротить три фазы токопроводящего провода между собой, чтобы остановить вращение лопастей.

5.2.2 Региональная безопасность

В настоящее время важной проблемой является ухудшение экологии планеты. Выбросы в атмосферу сейчас превосходят все пределы допустимые санитарными нормами, виной этому не только различные заводы и фабрики, но и ТЭЦ и ГРЭС, дымящие по всюду, вырабатывающие тепло и электричество.

Именно ветроэнергетика является спасением для экологии, в качестве достойной замены использования традиционных источников получения энергии.

Как было уже описано ранее маломощные ветрогенераторы не несут вреда атмосфере, а имея небольшие габариты и эстетичный дизайн они способны стать украшением любого парка или улицы.

Проектируемый ветрогенератор является безопасным так как, изготовлен из нетоксичных материалов: алюминий, сталь, стеклопластик.

Также конструкция любого вертикального ветрогенератора предполагает расположение генератора и проводов снизу ротора, что не дает возможность проводам запутываться под действием вращения ветроколеса.

В итоге при работе установки не выявлено вредных поражающих факторов и ее можно рекомендовать к использованию.

5.2.3 Защита в чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятная ЧС, которая может произойти в результате эксплуатации ветрогенератора является возгорание, которое может возникнуть при неправильной эксплуатации оборудования и коротком замыкании электрической цепи.

«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 эксплуатации оборудования рекомендовано оснащать его:

- датчиками, реагирующими на возгорание, вызванное КЗ; неправильной эксплуатацией оборудования.
- быстродействующими коммутационными аппаратами с функцией ограничения тока короткого замыкания.

Для избежания аварийных ситуаций следует:

- Соблюдать технику безопасности при установке, эксплуатации и ремонте оборудования;
- Поддерживать содержание оборудования в исправном состоянии;
- Размещать оборудования согласно требованиям, приведенным в паспорте изделия;

5.2.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для безопасного обеспечения работы оборудования и жизнедеятельности людей необходимо соблюдать нормативы и правила, прописанные в ГОСТах по безопасности труда, производства и эксплуатации оборудования.

В соответствии с ГОСТ 12.2.062-81, оборудование должно быть оснащено 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

Вывод

В разделе по социальной ответственности были выявлены все опасные факторы, которые могут возникнуть при эксплуатации ветрогенератора, данную установку можно назвать практически безопасной т. к. она бесшумна, практически не создает вибраций и электромагнитных излучений, также были даны рекомендации и выдержки из ГОСТов, которые описывают: каким критериям должен соответствовать ветрогенератор и место его эксплуатации, а также какие правила нужно соблюдать при ремонте и подналадке ветрогенератора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении ВКР спроектирован ветрогенератор Савониус-ортогональный. Проведен аналитический обзор альтернативных источников энергии, а также конструкций существующих решений использования ветрогенераторов в городской архитектуре. В аналитическом разделе были рассмотрены достоинства и недостатки, имеющиеся в представленных ветрогенераторах.

В конструкторской части ВКР был сконструирован ветрогенератор ортогональный-Савониус, были составлены кинематическая и электрическая схемы, проведены необходимые расчеты, которые позволили подобрать генератор. А также были разработаны конструкции, которые позволяют эффективно и эстетично внедрить ветрогенераторы в городскую среду.

В процессе работы над технологической частью ВКР был составлен маршрут обработки отдельно взятой детали, рассчитаны припуски на обработку детали, а также освоена методика назначения и расчетов режимов резания. Для всех операций было выбрано оборудование, режущий инструмент и средства контроля. Было проведено нормирование технологического процесса.

По результату работы в финансовом менеджменте можно сказать, что данная разработка конкурентоспособна и экономически эффективна, был составлен график работ для изготовления одного изделия, а также была рассчитана цена разработки.

Последним разделом является социальная ответственность, в которой были выявлена опасные и вредные факторы, разработка удовлетворяет всем нормам и тем самым является безопасной для окружающих людей, использующих данную установку.

Список литературы

1. Справочник технолог–машиностроителя. В 2–х т. Т. 1 / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4–е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.: ил.
2. Прокат стальной горячекатаный круглый <https://mc.ru/GOST/GOST2590–88.pdf> Дата доступа 18. 11. 17.
3. ПИН инструмент <http://pinm.ru/goods/5611> Дата доступа 28. 11. 17.
4. Справочник технолог–машиностроителя. В 2–х т. Т. 2 / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4–е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.: ил.
5. Антонюк В.Е. В помощь молодому конструктору станочных приспособлений. Издательство «Беларусь», 1986 г.–350 с.
6. Понятие отрасли машиностроения http://studbooks.net/1727479/ekonomika/ponyatie_otrasli_otrasl_mashinostroeniya Дата доступа 11. 12. 17
7. Анализ технологичности конструкции изделия <https://megalektsii.ru/s62049t1.html> Дата доступа 11. 12. 17
8. Диомидов Б.Б., Литовченко Н.В. Технология прокатного производства Учебное пособие. - М.: Металлургия, 1979 — 488 с.
9. 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.
10. Расчет припусков и технологических (межпереходных) размеров на операциях механической обработки изделия: 150900 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»/ А.Б. Пушкаренко. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. -37с.
11. Ортогональный ротор – один из наиболее популярных типов вертикально-осевых ветроустановок, <https://lektsii.org/6-91150.html>, Дата обращения 15.05.18
12. Энергия природы, <https://ru.alternative-energy.com.ua/vocabulary/potop-savoniuca/>, Дата обращения 15.05.18
13. Совет инженера, <http://sovet-ingenera.com/eco-energy/generators/vertikalnyj-vetrogenerator-svoimi-rukami.html>, Дата обращения 15.05.18
14. Домишко, http://eco-domishko.blogspot.ru/2016/10/blog-post_16.html, Дата обращения 15.05.18
15. Е-ветерок, <http://e-veterok.ru/rotor-onipko.php>, Дата обращения 15.05.18
16. Energo|house, <https://energo.house/veter/vetrogenerator-savoniusa.html>, Дата обращения 15.05.18
17. Livejournal, <https://natali-99.livejournal.com/3933.html>, Дата обращения 15.05.18
18. Интересный мир, <https://interesnyimir.com/mify-o-vrede-vetrogeneratorov-2388.html>, Дата обращения 15.05.18
19. Ветроэнергетика, <http://portal.tpu.ru/SHARED/n/NASA/Education/NiVIE/Tab/p3.pdf>, Дата обращения 15.05.18
20. E-Zim, https://www.e-zim.ru/assets/files/FRP_part1sm.pdf, Дата обращения 15.05.18

Составление технологического маршрута

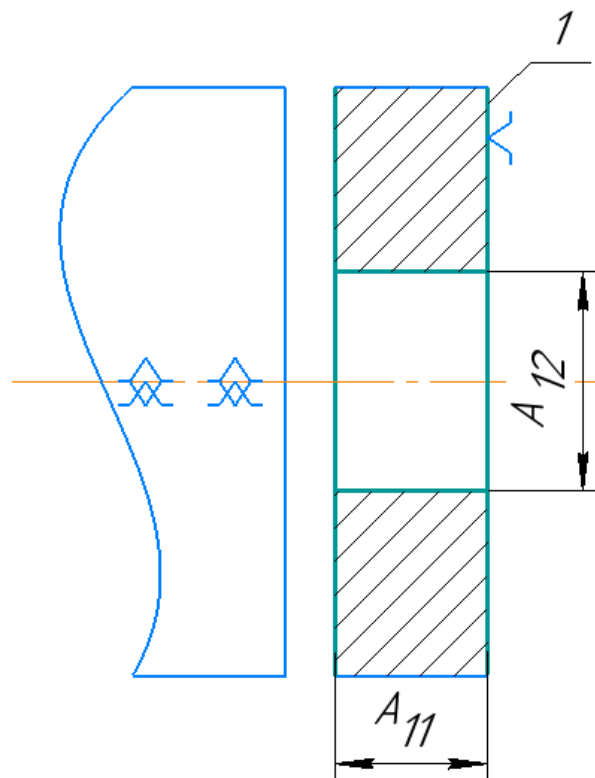
005 Заготовительная.

А. Установить и закрепить пруток в трехкулачковый патрон;

1. Подрезать торец 1.

2. Просверлить сквозное отверстие A_{12} .

3. Отрезать заготовку, выдержав размер A_{11}



010 Черновая токарная с ЧПУ

А. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне;

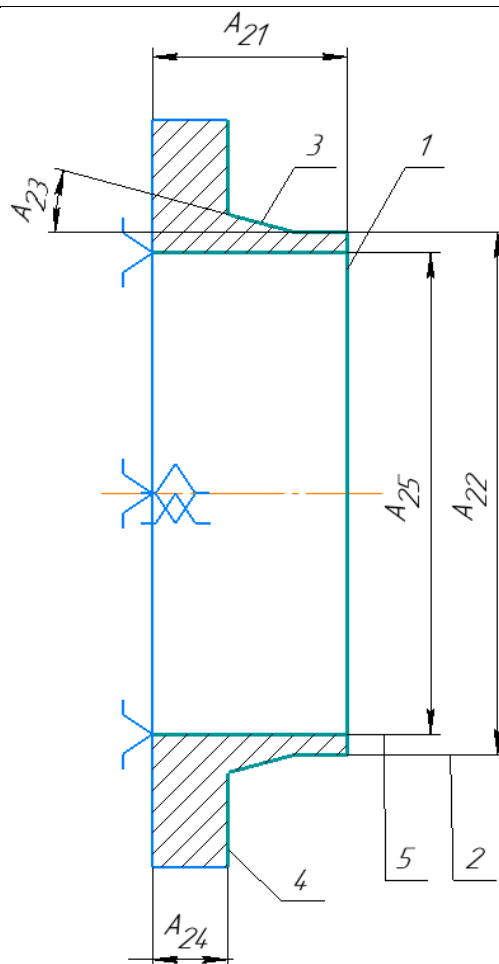
1. Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{21} ;

2. Подрезать торец 4, выдержать размер A_{24} ;

3. Точить конус 3, выдерживая уклон A_{23} ;

4. Точить цилиндр 2, выдерживая размер A_{22} ;

5. Расточить отверстие 5, выдерживая размер A_{25} .

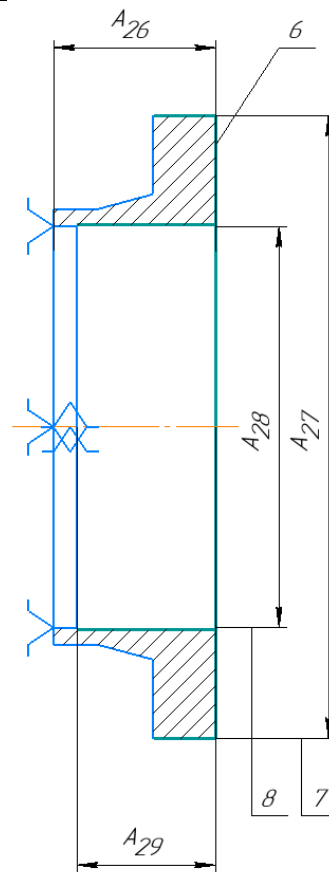


Б. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне;

1. Подрезать торец 6, выдерживая размер A_{26} ;

2. Точить цилиндр 7, выдерживая размер A_{27} ;

3. Расточить отверстие 8, выдерживая размер A_{28} ; A_{29} .



015 Чистовая токарная с ЧПУ

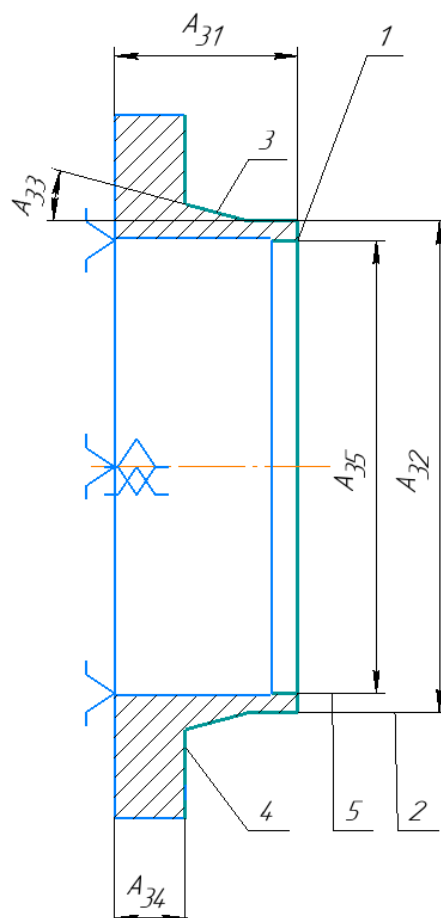
А. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне;

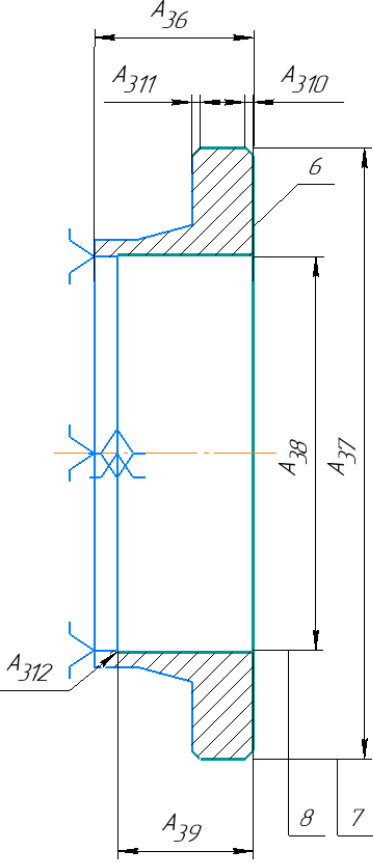
1. Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{31} ;

2. Точить цилиндр 2, выдерживая размер A_{32} ;

3. Точить конус 3, выдерживая уклон A_{33} ;

4. Подрезать торец 4, выдерживая размер A_{34} .



<p>5. Расточить отверстие 5, выдержав размер A_{35}.</p>	
<p>Б. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне;</p> <p>1. Подрезать торец 6, выдерживая размер A_{36};</p> <p>2. Точить цилиндр 7, выдерживая размер A_{37};</p> <p>3. Расточить отверстие 8, выдерживая размер A_{38}; A_{39};</p> <p>4. Точить фаски, выдержать размеры A_{310}; A_{311}.</p> <p>5. Точить скругления, выдержать размер A_{312}.</p>	

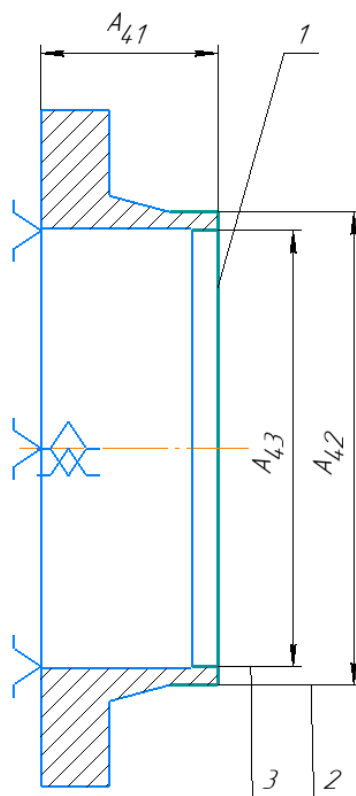
020 Тонкая токарная с
ЧПУ

А. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне;

1. Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{41} ;

2. Точить цилиндр 2, выдерживая размер A_{42} ;

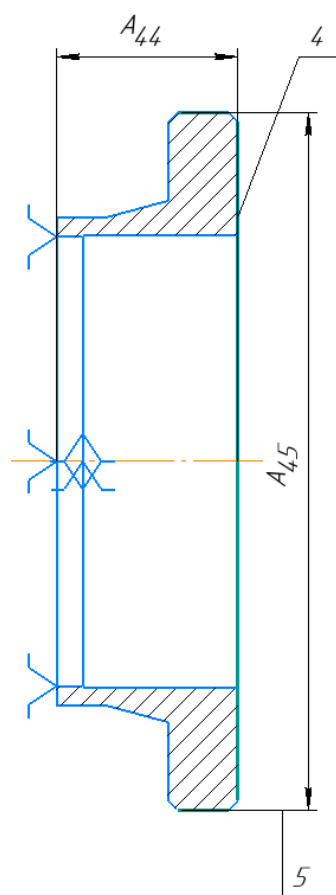
3. Расточить отверстие 3, выдерживая размер A_{43} .



Б. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне;

1. Подрезать торец 4, выдерживая размер A_{44} ;

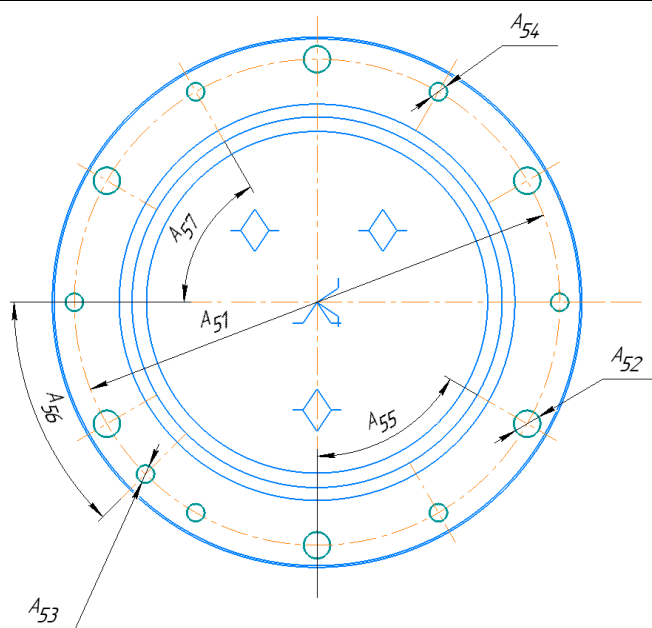
2. Точить цилиндр 5, выдерживая размер A_{45} ;



025 Сверлильная с ЧПУ

А. Установить и закрепить заготовку на разжимную оправку;

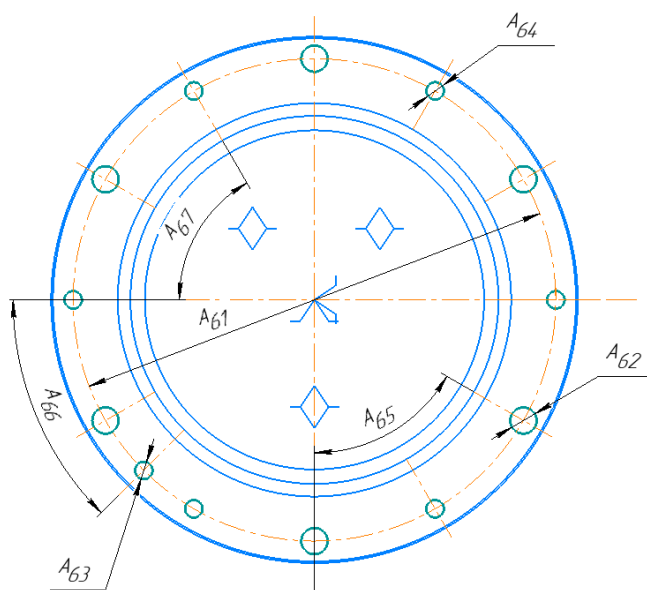
1. Просверлить отверстия, выдержав размеры A_{51} – A_{57}



030 Зенкерование чер-
новое с ЧПУ

А. Установить и за-
крепить заготовку на
разжимную оправку;

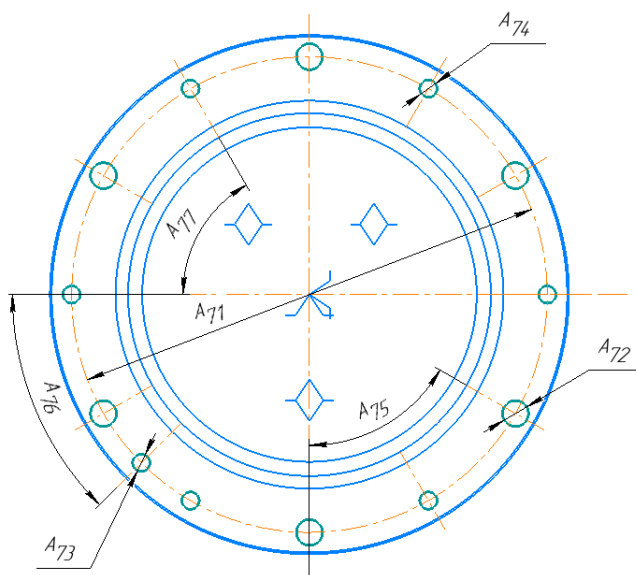
1. Зенкеровать отвер-
стия, выдержав раз-
меры $A_{61} - A_{67}$



035 Зенкерование чи-
стовое с ЧПУ

А. Установить и за-
крепить заготовку на
разжимную оправку;

1. Зенкеровать отвер-
стия, выдержав раз-
меры $A_{71} - A_{77}$

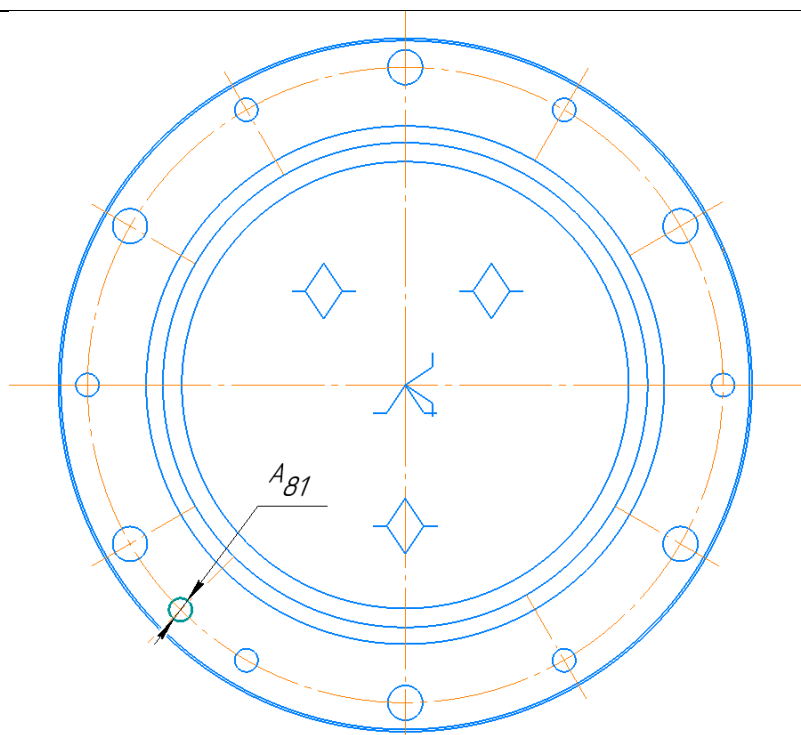


040 Развертывание с ЧПУ

А. Установить и закрепить заготовку на разжимную оправку;

1. Развертывать отверстие нормально;

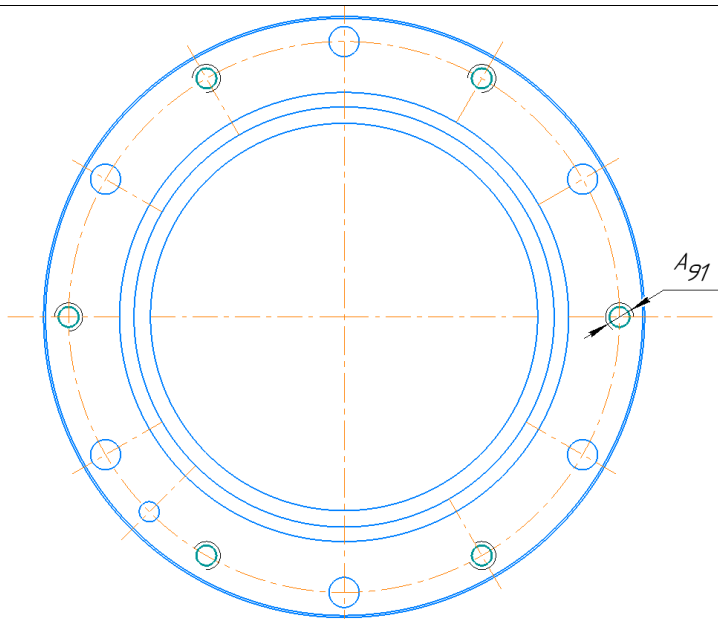
2. Развертывать отверстие точно, предварительно выдержав размер A_{81}



045 Сверлильная с ЧПУ

А. Установить и закрепить заготовку на разжимную оправку

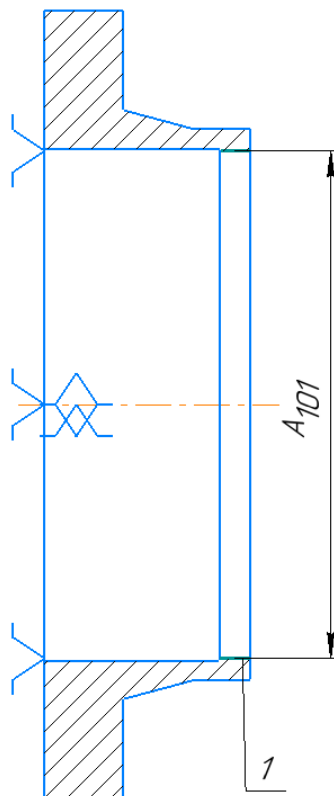
1. Нарезать резьбу в 6 отверстиях, выдерживая размер A_{91} .



050 Зенкерование с ЧПУ

А. Установить и закрепить заготовку на разжимную оправку;

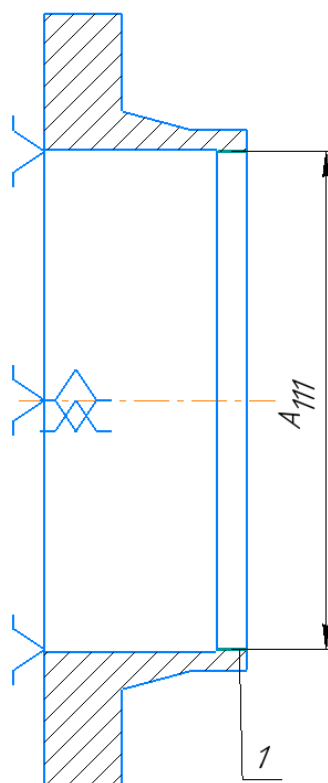
1. Зенкеровать отверстие 1 начерно;
2. Зенкеровать отверстие 1 начисто, выдерживая размер A_{101} .

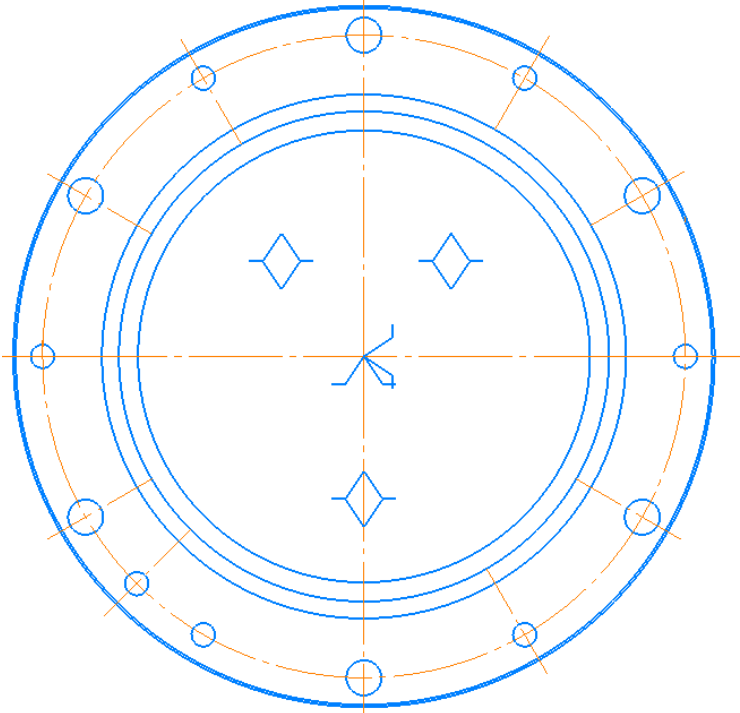
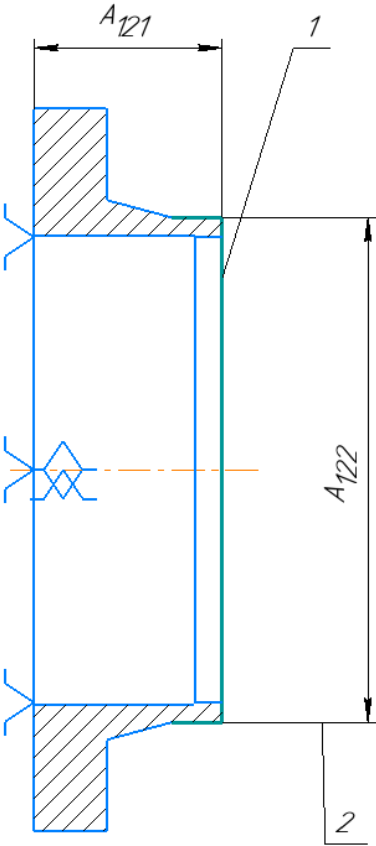


055 Развертывание

А. Установить и закрепить заготовку в трёхкулачковый патрон;

1. Развертывать отверстие 1, нормально;
2. Развертывать отверстие 1, точно;
3. Развертывать отверстие 1, тонко, выдержав размер A_{111} .

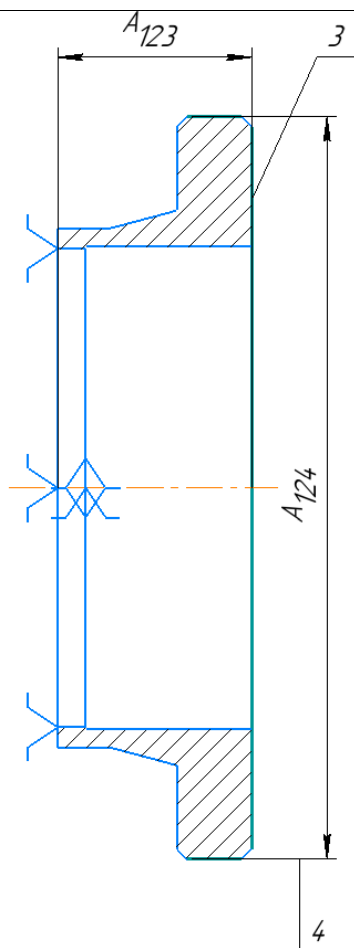


<p>060 Термообработка</p> <p>1. Произвести закалку детали до HRC 56–60</p>	
<p>065 Предварительно шлифовальная с ЧПУ</p> <p>А. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковый патрон;</p> <p>1. Шлифовать торец 1, выдерживая размер A_{121};</p> <p>2. Шлифовать цилиндр 2, выдерживая размер A_{122};</p>	

Б. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковый патрон;

1. Шлифовать торец 3, выдерживая размер A_{123} ;

2. Шлифовать цилиндр 4, выдерживая размер A_{124} .

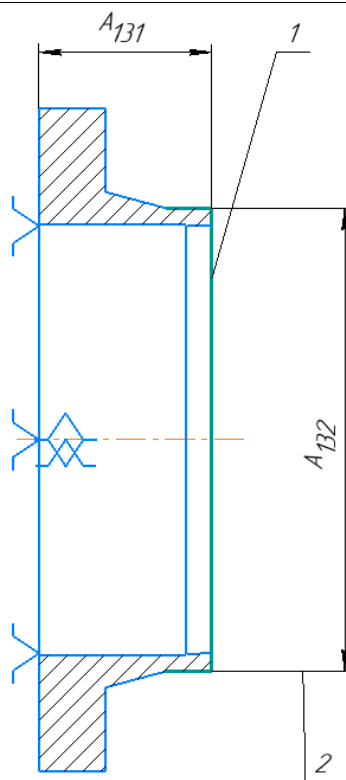


070 Чистовая шлифовальная с ЧПУ

А. Установить и закрепить заготовку в трёхкулачковый патрон;

1. Шлифовать торец 1, выдерживая размер A_{131} ;

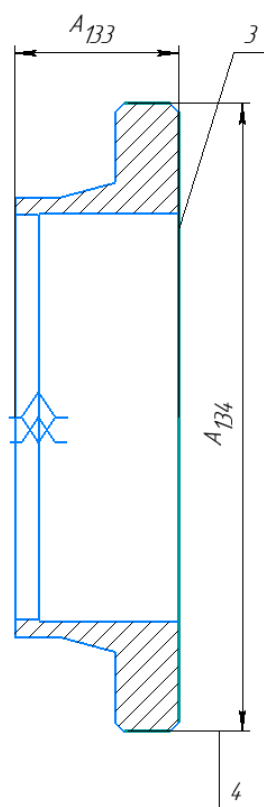
2. Шлифовать цилиндр 2, выдерживая размер A_{132} ;



Б. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковый патрон;

1. Шлифовать торец 3, выдерживая размер A_{133} ;

2. Шлифовать цилиндр 4, выдерживая размер A_{134} .

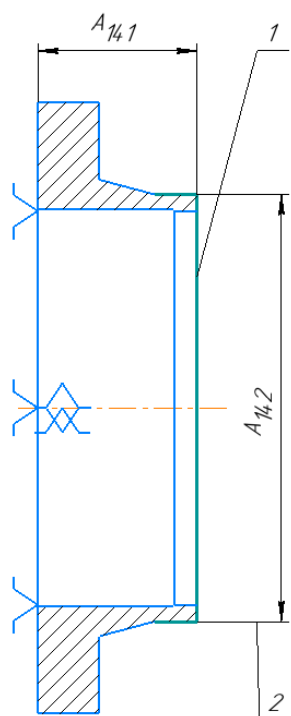


075 Тонкая шлифовальная с ЧПУ

А. Установить и закрепить заготовку в трёхкулачковый патрон;

1. Шлифовать торец 1, выдерживая размер A_{141} ;

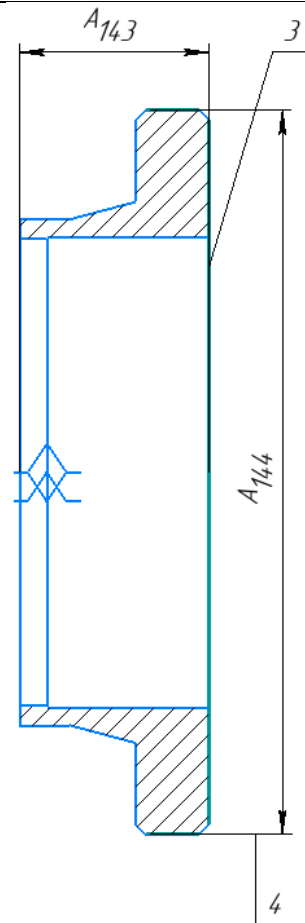
2. Шлифовать цилиндр 2, выдерживая размер A_{142} ;



Б. Установить и закрепить заготовку в трёхкулачковый патрон;

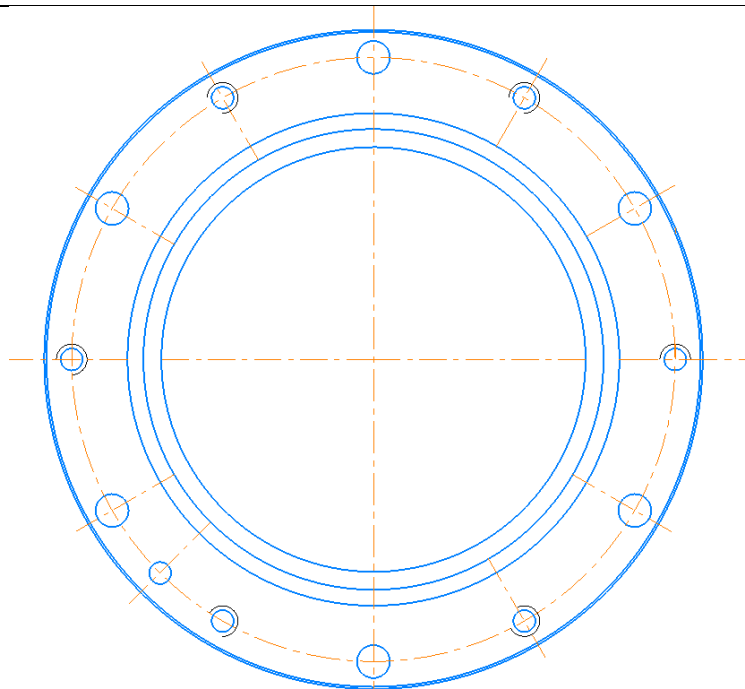
1. Шлифовать торец 3, выдерживая размер A_{143} ;

2. Шлифовать цилиндр 4, выдерживая размер A_{144} .



080 Маркировочная

1. Маркировать № черт., тип. Оп. И дату изготовления



Карта эскизов установ А

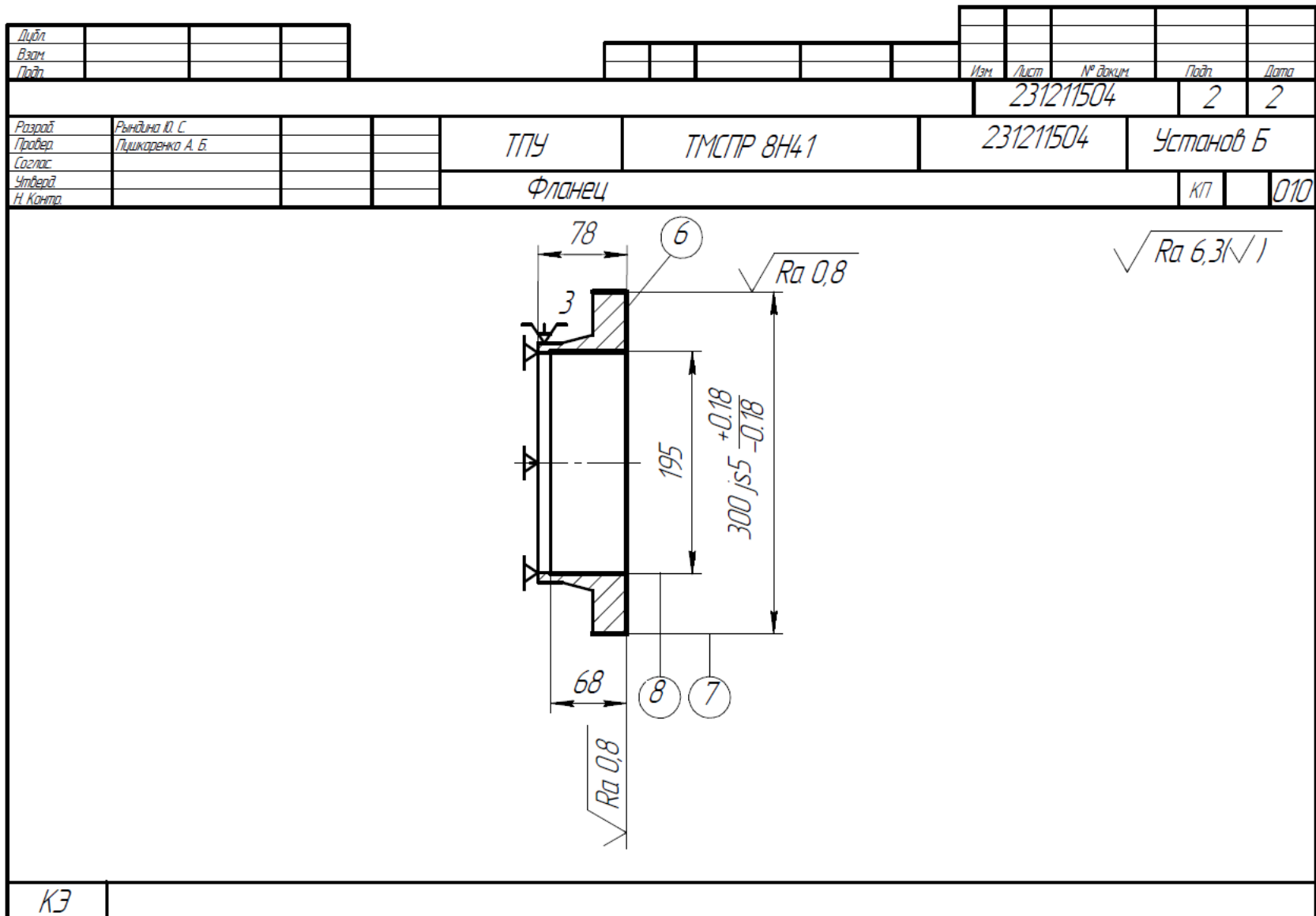
Дизн									
Взам									
Подп									
						Изм	Лист	№ докум	Подп
								231211504	1
									2
Разработ	Рындина Ю. С.				ТПУ	ТМСПР 8Н41		231211504	Установ А
Провер	Лыкаренко А. Б.								
Соглас									
Утверд									
И. Контр.					Фланец			КП	010

$\sqrt{Ra\ 6,3(\sqrt{1})}$

Technical drawing of a flange (Фланец) showing a cross-section with dimensions and surface roughness. The drawing includes a 15-degree chamfered edge with a 3mm radius, a main diameter of 78mm, and a total height of 209.7mm. The central bore has a diameter of 193.3mm with a tolerance of +0.03. The bottom edge has a 30mm chamfer. Surface roughness values are Ra 0.8 for the main body and Ra 6.3 for the chamfered edge. Callouts 1-5 point to various features.

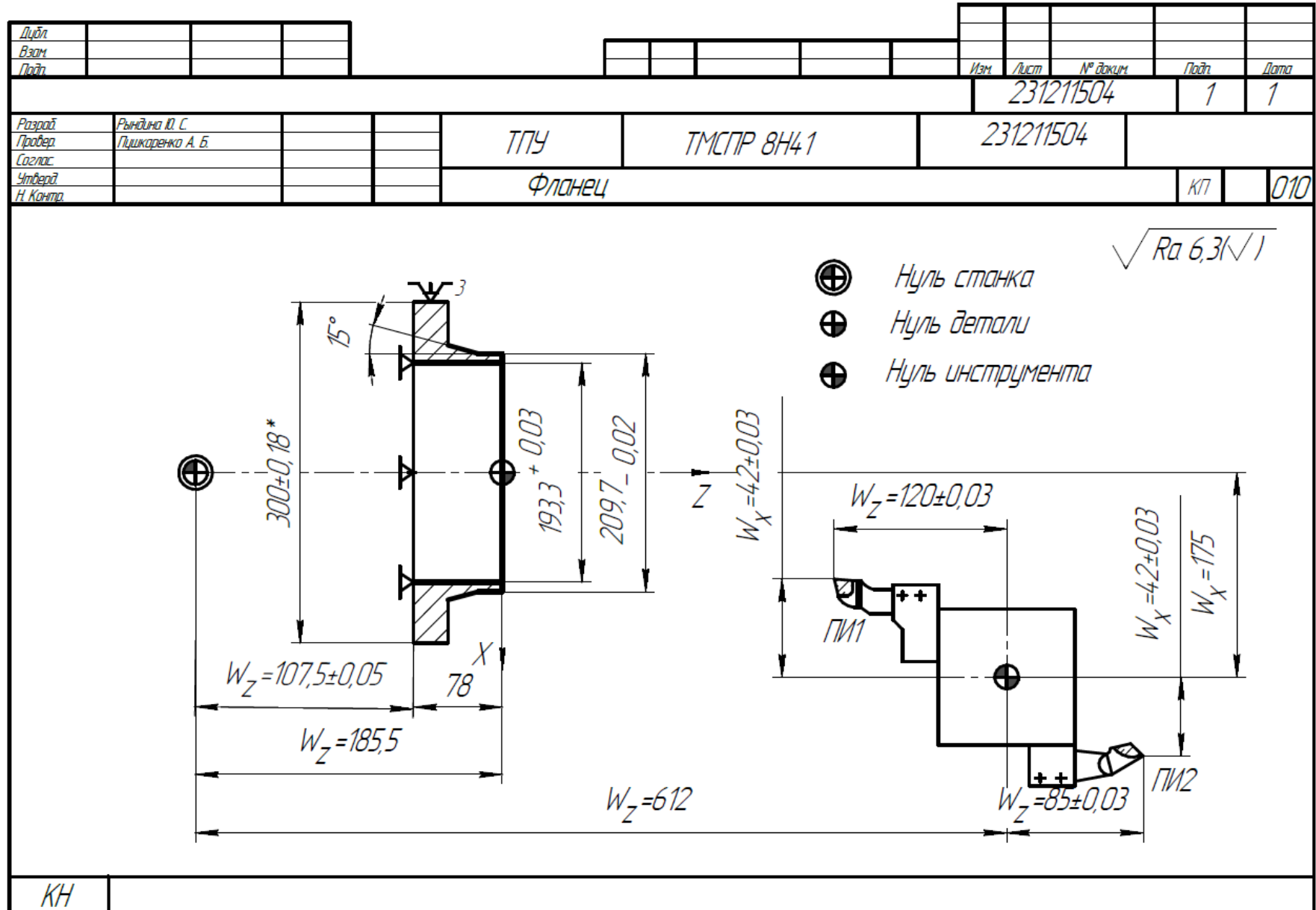
КЭ

Карта эскизов установ Б



КЭ

Карта наладки



КН

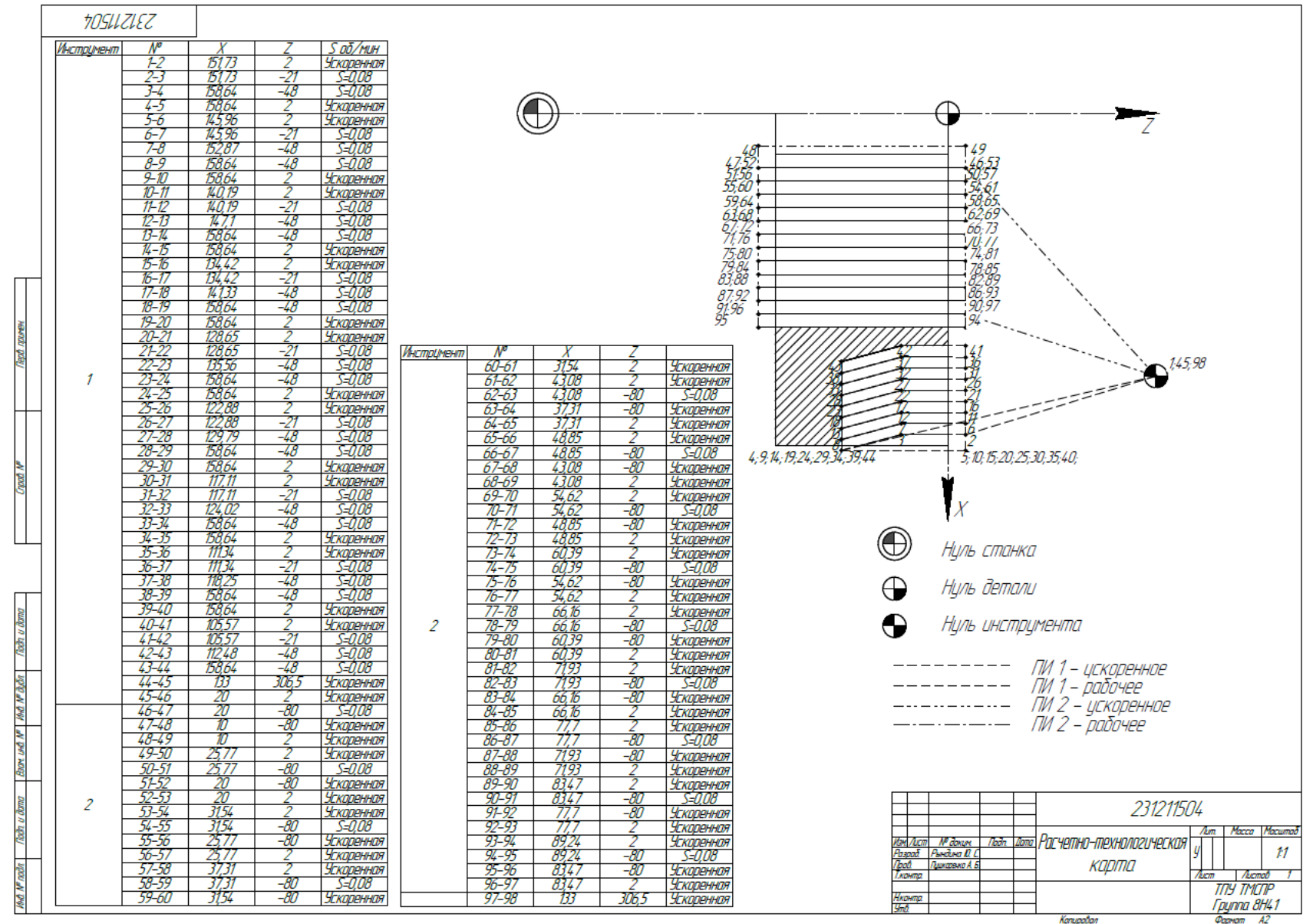
Операционная карта

Дубл.																		
Взам.																		
Подп.																		
										231211504								
Разраб.	Рындина Ю. С.				ТПУ		ТМСНР зр. 8Н41		231211504									
Нормир.	Пущкаренко А. Б.																	
Соглас.																		
Т. Контр.																		
Н. Контр.																	КП 010	
Наименование операции			Материал			Твердость		НН	МН	Профиль и размеры			МЗ	КОИИ				
Токарная с ЧПУ			Сталь Шх 15 ГОСТ 801-60															
Оборудование, инструмент, ЧПУ			Обозначение программы			То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ								
ТС1640ФЗ токарный станок с ЧПУ						26,23	2,28	25	35,61	Эмульсия								
Р				ПИ	D или B		L	f	i	S	n	V						
01					мм		мм	мм	-	мм/об	об/мин	м/мин						
02	А. 1. Установить и закрепить заготовку																	
Т03	Трехкулачковый самоцентри-я патрон ГОСТ 2675-80; универсальное приспособление																	
04																		
05																		
06	2. Подрезать торец 1 начерно																	
Т07	Резец подрезной отогнутый 2112 - 0084 ГОСТ 18880 - 82																	
Т08	ШЦЦ-Т-300-0,001 ГОСТ 166 - 89																	
09																		
10																		
11	3. Точить цилиндр 2 начерно																	
Т12	Резец подрезной отогнутый 2112 - 0084 ГОСТ 18880 - 82																	
Т13	ШЦЦ-Т-300-0,001 ГОСТ 166 - 89																	
14																		
15																		
ОК																		

Дюбл.														
Взам.														
Подп.														
Р					ПМ	Ди или В	L	t	i	S	п	V		
0 01	4. Точить конец 3 начерно													
T 02	Резец подрезной отогнутый 2112 - 0084 ГОСТ 18880 - 82													
T 03	Электронный уровень ADA PRO Digit MICRO ГОСТ 5378-88													
P 04					ПМ1	315	21	5,77	9	0,8	80	79		
05														
0 06	5. Подрезать торец 4 начерно													
T 07	Резец подрезной отогнутый 2112 - 0084 ГОСТ 18880 - 82													
T 08	ЩЦЦ-Т-300-0,001 ГОСТ 166 - 89													
P 09					ПМ1	315	27	5,77	9	0,8	80	79		
10														
0 11	6. Расточить отверстие 5 начерно													
T 12	Резец расточной 2140 - 0023 ГОСТ 18882 - 82													
T 13	ЩЦЦ-Т-300-0,001 ГОСТ 166 - 89													
P 14					ПМ2	40	78	5,77	13	0,8	80	79		
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
OK														

Цифл.																	
Взам.																	
Подп.																	
<i>Р</i>																	
<i>0 01</i>	<i>Б. 1. Переустановить заготовку и закрепить</i>																
<i>Т 02</i>	<i>Трехклучковый самоцентри-я патрон ГОСТ 2675-80; универсальное приспособление</i>																
<i>03</i>																	
<i>0 04</i>	<i>2. Подрезать торец 6 начерно</i>																
<i>Т 05</i>	<i>Резец подрезной отогнутый 2112 - 0084 ГОСТ 18880 - 82</i>																
<i>Т 06</i>	<i>ШЦЦ-Т-300-0,001 ГОСТ 166 - 89</i>																
<i>07</i>																	
<i>0 08</i>	<i>3. Точить цилиндр 7 начерно</i>																
<i>Т 09</i>	<i>Резец подрезной отогнутый 2112 - 0084 ГОСТ 18880 - 82</i>																
<i>Т 10</i>	<i>ШЦЦ-Т-400-0,001 ГОСТ 166 - 89</i>																
<i>11</i>																	
<i>0 12</i>	<i>4. Расточить отверстие 8 начерно</i>																
<i>Т 13</i>	<i>Резец расточной 2140 - 0023 ГОСТ 18882 - 82</i>																
<i>Т 14</i>	<i>ШЦЦ-Т-300-0,001 ГОСТ 166 - 89</i>																
<i>15</i>																	
<i>16</i>																	
<i>17</i>																	
<i>18</i>																	
<i>19</i>																	
<i>20</i>																	
<i>21</i>																	
<i>OK</i>																	

Расчетно-технологическая карта



ESSAY

Graduation work on the theme "Development of wind turbine designs for the architectural environment of Tomsk" contains an explanatory note consisting of 80 pages. Includes 41 pages, 12 tables.

Keywords: alternative energy, wind power, wind generator, solar panel, modular design, scaling, diversity.

The object of the research: conversion of wind energy into electricity in the city of Tomsk.

Subject matter: low-power wind generators

The purpose of the work: the creation of low-power wind generators capable of reaching the rated power at a speed of 2 m / s.

In the course of the work, a review of wind generators, a review of the design of the use of wind generators was conducted. The technological process of manufacturing parts is developed.

In the process of graduation qualification work, a low-power orthogonal wind generator, Savonius, was developed, as well as structures with its application.

Design documentation was developed and a technical map was prepared for manufacturing one of the parts.

This project meets all the established requirements for industrial safety.

Graduation qualification work was done in the Microsoft Word 2016 text editor. When creating models, CAD software "SolidWorks 2017" was used. "COMPASS -3D V17".

Introduction

The life of modern man is simply inconceivable without energy. Disconnection of electricity is a catastrophe for the modern society.

At the moment, the main source of energy is organic fuel (oil, gas, coal), but their reserves on our planet are limited, and today or tomorrow there will come a day when they run out, but for now these types of energy production are not cease to rise in price.

Most importantly, fuel combustion is not only the main process of energy production, but also the most important supplier of polluting substances to the environment.

The solution of the problem of environmental pollution is the use of alternative energy sources, the stock of which is not exhausted. Alternative sources of energy include: the energy of the sun, wind, the bowels of the earth of sea currents, tides.

The theme of this work is topical because wind energy is one of the perspective directions of alternative energy, this branch of energy production not only actively develops, but also requires new developments for widespread distribution in different types of terrain.

The problem: high nominal speed and speed of wind turbines' straggling does not allow them to be used in the Tomsk region.

Contradiction:

Between the speed of the wind within the city and the speed of the wind, which is necessary for the full operation of the least powerful wind generator presented at the moment on the market. It is known that the average wind speed in Tomsk is 2 m / s, and the most low-power windmills offered on the market with a power of 100-150 W have a striking speed of 2 m / s, and they can only reach the no-minimum at a speed of 7-8 m / s. From this it follows that the use of wind generators in Tomsk for this is ineffective.

Object of the research: conversion of wind energy into electricity in the city of Tomsk.

Subject matter: low-power wind generators.

Purpose: to create low-power wind generators capable of reaching the rated power at a speed of 2 m / s.

Tasks:

1. Conduct an analytical review of wind generators;
2. Conduct a review of structures using wind generators as a source of electricity generation;
3. To develop the kinematic scheme and the electric scheme of the wind generator;
4. Develop structures using a projected wind generator;
5. To develop a technological process for manufacturing parts;
6. Develop a section on social responsibility of the project;
7. Develop a section on resource efficiency and resource conservation of the project ".

Practical novelty:

The design of a low-power combined-type orthogonal-Savonius wind generator capable of reaching nominal power at a speed of 2 m / s is developed.

Practical significance:

Designs have been developed for the implementation of a projected wind generator in the city of Tomsk: the nomenclature of structures is capable of providing energy to various spheres of city life such as: lighting of park areas and city streets; supply of energy to traffic lights, small trading pavilions, local lighting of residential areas of the city.

Conclusion

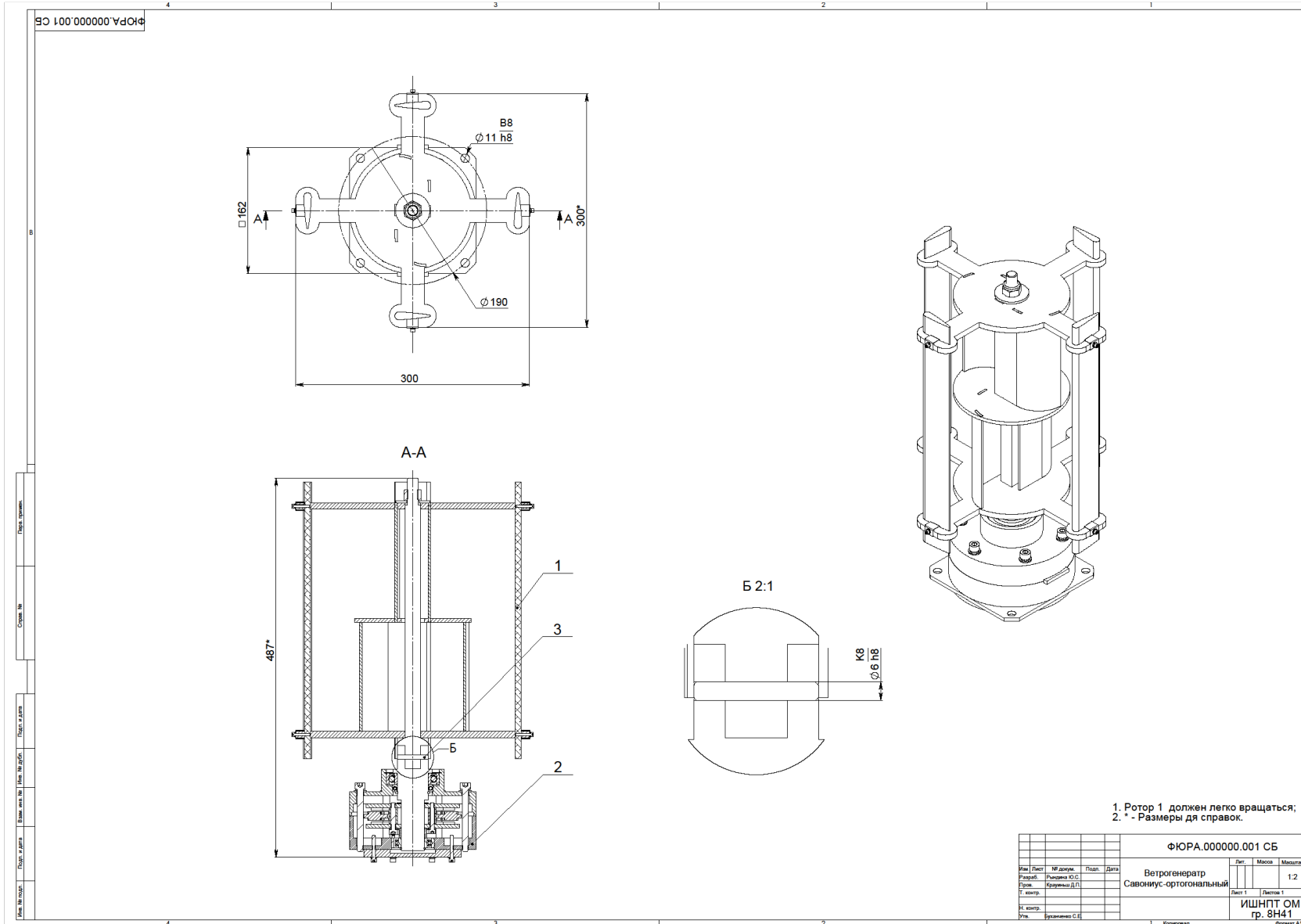
When executing the SRS, the Savonius-orthogonal wind generator was designed. An analytical review of alternative energy sources, as well as the construction of existing solutions for the use of wind generators in urban architecture, was conducted. In the analytical section, the advantages and disadvantages of wind turbines presented were considered.

In the design part of the SRS, the wind generator of the orthogonal-Savonius was designed, the kinematic and electrical circuits were compiled, the necessary calculations were made, which allowed selecting a generator. And also, designs have been developed that will make it possible to effectively and aesthetically introduce wind generators into the urban environment.

In the process of working on the technological part of the WRC, a route for processing a single part was compiled, allowances were calculated for machining a part, and a technique for assigning and calculating the reduction modes was mastered. For all operations, equipment, cutting tools and controls were chosen. Normalization of the technological process was carried out.

According to the result of work in financial management, it can be said that this development is competitive and cost-effective, a work schedule for the manufacture of one product was compiled, and the price of development was calculated.

The last section is social responsibility, in which dangerous and harmful factors were identified, the development satisfies all norms and thus is safe for surrounding people using this installation.



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Глосс. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
<u>Сборочные единицы</u>																				
		1	ВГС0.01.00 СБ	Ротор	1															
		2	ВГС0.02.00.СБ	Генератор	1															
<u>Стандартные изделия</u>																				
		3		Штифт	1															
ФЮРА.000000.001 СБ																				
												Ветрогенератор Савониус-ортогональный						ИШНПТ ОМ гр. 8Н41		
												Изм. Лист № докум. Подп. Дата						Лит. Лист Листов		
												Разраб. Рындина Ю.С. Пров. Крауиньш Д.П. Н.контр. Утв. Буханченко Е.С.						1		

Копировал

Формат: А4