

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Кафедра «Механизация и автоматизация  
дорожно-строительного комплекса»

ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ,  
СТРОИТЕЛЬНЫЕ, ДОРОЖНЫЕ  
МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ,  
ЛИФТЫ И ПОДЪЕМНИКИ.  
ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Пособие для студентов специальности  
1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные,  
дорожные машины и оборудование»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением  
по образованию в области строительства и архитектуры*

Минск  
БНТУ  
2021

УДК [621.86/87+69.05]:378.147.091.313(075.8)

ББК 39.9я7

П45

**С о с т а в и т е л и:**

*А. В. Вавилов, М. М. Гарост, А. А. Ермалицкий,  
А. А. Шавель, Н. Д. Янцов*

**Р е ц е н з е н т ы:**

*А. Н. Орда, С. П. Мохов*

П45

**Подъемно-транспортные**, строительные, дорожные машины и оборудование, лифты и подъемники. **Дипломное проектирование** : пособие для студентов специальности 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» / сост.: А. В. Вавилов [и др.]. – Минск : БНТУ, 2021. – 91 с.

ISBN 978-985-583-312-4.

В пособии рассмотрена организация работы над дипломным проектом. Изложены требования к оформлению расчетно-пояснительной записки, графической части проекта, приведены образцы оформления элементов дипломного проекта. Приведен максимально сокращенный перечень нормативных документов и справочной литературы, необходимый для выполнения дипломного проекта.

УДК [621.86/87+69.05]:378.147.091.313(075.8)

ББК 39.9я7

ISBN 978-985-583-312-4

© Белорусский национальный  
технический университет, 2021

## ВВЕДЕНИЕ

Выполнение дипломных проектов является заключительным этапом обучения студентов специальности 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» и имеет своей целью:

- закрепление и углубление теоретических и практических знаний по избранной специальности и применение их для решения конкретных задач;

- формирование навыков самостоятельной проектно-конструкторской, эксплуатационной или исследовательской работы и овладение методикой проектирования подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин (СДМ и ПТМ), их эксплуатации или научных исследований;

- приобретение навыков обобщения и анализа результатов, полученных другими разработчиками или исследователями;

- выяснение подготовленности студента для самостоятельной работы в условиях современного производства, прогресса науки и техники.

Характерной особенностью дипломного проекта является конкретность и практическое приложение к определенному производству. Проблема, рассматриваемая в дипломном проекте, поставлена реальными нуждами науки или производства и имеет конкретное место приложения. Это налагает на автора проекта большую ответственность за правильность принимаемых инженерных решений и требует от него не только хорошей теоретической подготовки, но и отличного знания условий эксплуатации проектируемой машины, оборудования, лифта, а также смежного оборудования, образующего единую транспортно-технологическую линию.

Приступая к работе над дипломным проектом студент должен четко представлять не только современное состояние науки и техники в своей отрасли, но и хорошо знать ее историю и перспективы развития.

Дипломный проект является квалификационной работой выпускника, позволяет оценить его знания и способность принимать правильные решения по разнообразным техническим, конструкторским, экономическим, организационным и другим вопросам. По уровню его выполнения и результатам защиты на Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК) делается заключение о возможности присвоения выпускнику квалификации инженера по специальности 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование».

# **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

## **1.1. Организация работ по выполнению дипломного проекта**

Обеспечение плановых сроков выполнения и высокого качества дипломного проекта в решающей степени зависит от того, насколько активно и творчески будет работать студент.

В соответствии с Инструкцией о порядке организации, проведения дипломного проектирования и требований к дипломным проектам [1] кафедра «Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса» (МАДСК), которая является выпускающей для специальности 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование», за месяц до начала преддипломной практики на информационном стенде размещает перечень тем дипломных проектов.

Выбрав тему, студент подает заявление на имя заведующего кафедрой по форме согласно прил. А.

Перед направлением студента на преддипломную практику ему выдается задание на преддипломную практику (прил. Б) и задание на дипломный проект (прил. В).

При разработке тем дипломного проекта необходимо учитывать изучаемые студентами специальные дисциплины, по которым они выполняли курсовые проекты (работы).

## **1.2. Структура дипломного проекта**

В каждом дипломном проекте должны содержаться результаты разработки теоретических и практических вопросов темы.

По направленности, содержанию и взаимосвязи выполненных проектных разработок дипломный проект должен состоять из следующих структурных частей.

### ***1.2.1. Исследовательская часть***

В исследовательской части дипломного проекта приводятся следующие материалы:

1) обоснование необходимости разработки (модернизации) подъемно-транспортной, строительной, дорожной машины, оборудования, лифта или их узлов, приборов и устройств безопасности;

2) сведения и выводы по анализу патентов и научно-технической информации о современном состоянии рассматриваемого вопроса;

3) цель, задачи и методика исследования, план его проведения и сбор необходимых статистических данных;

4) полученные результаты исследований и принятые методы для их обработки;

5) выводы и заключения по проведенному исследованию;

6) анализ технических нормативных правовых актов (ТНПА) по оценке безопасности применения продукции машиностроительного производства;

7) технико-экономический анализ различных вариантов конструкторских, технологических и проектных решений, рассматриваемых в дипломном проекте.

Результаты выполненного исследования составляют научную основу для принятия инженерных решений в следующих частях дипломного проекта: конструкторской, проектной, технологической.

### ***1.2.2. Конструкторская часть***

В конструкторской части содержится материал по обоснованию компоновки машины, оборудования, конструкции их узлов, агрегатов, приборов и устройств безопасности лифтов, функциональному и прочностным расчетам элементов конструкции.

В разделе по расчету основных параметров машины определяется производительность машины, мощность привода (приводов рабочих органов).

В материале по расчету на прочность элементов:

– приводятся принимаемые расчетные схемы;

– даются обоснования расчетных нагрузок, допускаемых напряжений;

– излагаются требования к точности изготовления деталей и сборки узлов;

– описывается работа спроектированного изделия, основные положения по его использованию, техническому обслуживанию и ремонту.

### ***1.2.3. Проектная часть***

В проектную часть в зависимости от темы проекта входят:

1) проект базы механизации:

- расчеты;
- схема генплана,
- компоновка производственного корпуса;
- расстановка технологического оборудования;
- технико-экономические показатели;

2) технический проект цеха или участка по ремонту агрегатов и узлов СДМ и ПТМ:

- расчеты;
- компоновка производственного корпуса;
- план расстановки технологического оборудования;
- технико-экономические показатели.

Если тема дипломного проекта связана с реконструкцией действующего предприятия (цеха, участка), то в проектной части даются планировочные решения до и после его реконструкции;

3) мобильный комплекс для диагностирования строительных и дорожных машин:

- расчеты;
- подбор приборов для диагностирования агрегатов и узлов СДМ;
- компоновка оборудования в кузове-фургоне;
- технико-экономические показатели.

### ***1.2.4. Технологическая часть***

В технологической части приводятся следующие материалы и результаты:

- разработка технологического процесса изготовления детали (сборочной единицы);
- разработка технологического процесса восстановления детали, ремонта металлоконструкции СДМ, ПТМ.

### ***1.2.5. Охрана труда***

В этой части представляются мероприятия охраны труда, разработанные применительно к теме дипломного проекта по дополнительному заданию и под руководством консультанта кафедры «Охрана труда».

### *1.2.6. Экономическая часть*

В этой части дается технико-экономическая оценка разработанных конструкторских, технологических и проектных решений, выполненных студентом. Эта часть проекта выполняется по конкретному заданию под руководством консультанта, назначенного приказом «Об утверждении тем дипломных проектов, руководителей и назначении консультантов и нормоконтролера».

Конкретное содержание этого раздела зависит от характера проекта, но в целом в нем должны быть отражены следующие вопросы:

- 1) выбор объекта для сравнения (базовый вариант);
- 2) оценка прогрессивности предлагаемых технических решений;
- 3) расчет годовой производительности по сравниваемым вариантам;
- 4) расчет и сравнительная оценка капитальных вложений по вариантам;
- 5) расчет и сравнительная оценка эксплуатационных расходов по вариантам;
- 6) расчет приведенной годовой экономии;
- 7) определение срока окупаемости капитальных вложений.

В качестве объекта для сравнения следует принимать лучшие из существующих образцов ПТМ и СДМ, независимо от того, эксплуатируются они в настоящее время или находятся еще в стадии разработки.

В заключение этого раздела приводится сводная таблица технико-экономических показателей.

## **2. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Выбор темы дипломного проектирования студент осуществляет в соответствии с рекомендациями кафедры. При этом учитывается ранее проводимая студентом научно-исследовательская работа. Тематика дипломного проекта должна быть актуальной, соответствовать требованиям квалификационной характеристики инженера по специальности 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование», учитывать реальные запросы производства.

Рекомендуются следующие основные направления тематики дипломных проектов:

1) проектирование подъемно-транспортных, дорожных и строительных машин и их агрегатов;

2) проектирование технологических комплексов и машин для производства строительных материалов и железобетонных изделий;

3) разработка оптимальных парков машин для выполнения дорожных и строительных работ;

4) проектирование мастерских баз механизации и баз централизованного технического обслуживания и ремонта машин и их агрегатов;

5) проектирование средств диагностирования, технического обслуживания и ремонта дорожных и строительных машин;

6) разработка технологических процессов ремонта и восстановления машин и их агрегатов.

Кроме вышеперечисленной тематики дипломных проектов определенный интерес для студентов, имеющих склонность к теоретической и экспериментальной деятельности, представляют дипломные проекты с научно-исследовательской тематикой.

Тематика дипломных проектов должна быть перспективной, учитывать зарубежный опыт и прогнозируемое развитие дорожной и строительной отраслей на ближайшие 5–15 лет.

После выбора темы студент пишет заявление согласно прил. А на имя заведующего кафедрой с просьбой разрешить ему разработать выбранную тему.

Первым этапом выполнения дипломного проекта, в значительной степени определяющим качество его выполнения, является



преддипломная практика. Руководитель дипломного проекта выдает студенту индивидуальное задание на практику согласно прил. Б.

Во время преддипломной практики проводится: анализ работы объекта проектирования; корректировка технического решения с учетом предложений работников производства; подбор и уточнение данных для расчета, проектирования или ремонта разрабатываемого узла или машины, а также выясняются и подбираются данные, необходимые для выполнения таких разделов дипломного проекта, как «Охрана труда и окружающей среды», «Экономические расчеты».

По окончании практики на кафедре организуется защита отчетов и производится оценка ее результатов. При наличии положительных оценок по всем дисциплинам учебного плана и сдаче отчета по преддипломной практике студент приступает к дипломному проектированию в соответствии с ранее выданным заданием. В нем указывается тема проекта, согласно прил. В, приводятся исходные данные к проекту, перечень подлежащих разработке разделов, указываются обязательные чертежи и схемы, календарный график работы. Задание служит обязательным документом при выполнении дипломного проекта и прилагается вместе с заданием на преддипломную практику к пояснительной записке.

Главная задача студента на первом этапе проектирования – уяснить тему в целом, выделить отдельные этапы работы, оценить их сложность и методы разрешения основных вопросов. Для этого студент совместно с руководителем и составляет календарный график работы. С учетом этого графика руководитель проекта каждые две недели на информационном стенде кафедры МАДСК отмечает ход выполнения дипломного проекта.

### 3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАЗДЕЛОВ ПРОЕКТА И РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

#### 3.1. Порядок составления шифра проекта

Под документом проекта понимают законченный по смыслу материал (текстовый или графический), объединенный одним тематическим заголовком. К документам дипломного проекта относят ведомость объема дипломного проекта, расчетно-пояснительную записку, чертежи деталей, сборочные и другие чертежи и плакаты, спецификации.

В соответствии с Инструкцией БНТУ [1] каждый из документов проекта имеет обозначение:

Рабочие чертежи – ДП – 11402213/7<sup>1</sup> – 2018 – 06<sup>2</sup>.

Плакаты – ДП – 11402213/7<sup>1</sup> – 2018 – 01<sup>2</sup> – ПЛ<sup>3</sup>.

Расчетно-пояснительная записка и ведомость объема дипломного проекта – ДП – 11402213/7<sup>1</sup> – 2018 – РПЗ,

где <sup>1</sup> – номер зачетной книжки;

<sup>2</sup> – порядковый номер чертежа, плаката;

<sup>3</sup> – обозначение плаката.

В соответствии с действующим ГОСТ 2.102-2013 каждому из документов присваивается шифр. Основные шифры приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Виды конструкторских документов

Код документа	Наименование документа	Дополнительные указания
–	Электронная модель детали	Требования по ГОСТ 2.052
–	Чертеж детали	Допускается не выпускать чертеж (модель) в случаях, оговоренных в ГОСТ 2.109
ЭСБ	Электронная модель сборочной единицы	Требования по ГОСТ 2.052
СБ	Сборочный чертеж	

Окончание табл. 3.1

Код документа	Наименование документа	Дополнительные указания
ВО	Чертеж общего вида	
ТЧ	Теоретический чертеж	
ГЧ	Габаритный чертеж	
МЭ	Электромонтажный чертеж	
МЧ	Монтажный чертеж	
По ГОСТ 2.701	Схемы	Номенклатура и коды различных видов и типов схем установлены ГОСТ 2.701
–	Электронная структура изделия (конструктивная)	Требования по ГОСТ 2.053
ПЗ	Пояснительная записка	
ТУ	Технические условия	
ПМ	Программа и методика испытаний	
ТБ	Таблицы	Номенклатуру необходимых таблиц, расчетов, инструкций и прочих документов устанавливает разработчик в зависимости от характера и условий производства изделий
РР	Расчеты	
И	Инструкция	
Д	Документы прочие	
По ГОСТ 2.601	Эксплуатационные документы	Номенклатура и обязательность разработки эксплуатационных документов по ГОСТ 2.601. Правила выполнения по ГОСТ 2.610.
По ГОСТ 2.601	Ремонтные документы	Номенклатура, формы выполнения и обязательность разработки ремонтных документов по ГОСТ 2.602

### **3.2. Требования к структуре расчетно-пояснительной записки**

Структура и оформление РПЗ дипломного проекта должна включать следующие обязательные структурные части в порядке их следования:

- титульный лист;
- задание на дипломный проект;
- реферат;
- ведомость объема дипломного проекта;
- оглавление;
- введение;
- обзор литературных источников;
- основная часть;
- заключение;
- список использованной литературы;
- приложения (при необходимости).

### **3.3. Общие требования к оформлению расчетно-пояснительной записки**

Текстовый документ дипломного проекта оформляется в виде РПЗ, в которой приводится информация о выполненных технических, научно-исследовательских, организационных и экономических разработках.

В процессе оформления РПЗ должны быть обеспечены следующие общие требования: логическая последовательность изложения материалов; убедительность аргументации; краткость и точность формулировок, исключающие возможность субъективного и неоднозначного толкования; конкретность изложенных результатов работы; недопустимость включения в РПЗ (без необходимости) сведений и формулировок, заимствованных из литературных источников [2].

РПЗ должна иметь жесткий переплет. На переплете дипломного проекта делается надпись (наклеивается табличка).

Сшивать РПЗ цветными лентами не допускается.

Объем РПЗ дипломного проекта не должен превышать 80 страниц печатного текста. Иллюстрации, таблицы, список используемой литературы и приложения при подсчете объема не учитываются.

РПЗ выполняют с применением печатающих и графических устройств вывода ПЭВМ.

Текст располагают на одной стороне листа формата А4 с соблюдением размеров полей и интервалов, указанных в ГОСТ 2.105.

РПЗ оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.004, 2.105, 2.106, 7.103 инструкции [1].

При печати с помощью текстового редактора ПЭВМ используется гарнитура шрифта Times New Roman размером шрифта 13–14 пунктов с межстрочным интервалом, позволяющим разместить  $40 \pm 3$  строки на странице.

Номера разделов, подразделов, пунктов и подпунктов следует выполнять полужирным шрифтом. Заголовки разделов рекомендуется оформлять полужирным шрифтом 14–16 пунктов, а подразделов – полужирным шрифтом 13–14 пунктов.

Абзацы в тексте начинают отступом, равным пяти знакам – при применении ПЭВМ.

Описки и графические неточности, обнаруженные в тексте РПЗ допускается исправлять подчисткой, закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста. Помарки и следы не полностью удаленного текста не допускаются.

Каждый лист РПЗ, кроме титульного (рис. 3.1) и задания на проектирование, оформляется рамкой. Внизу на поле рамки на каждой странице записки, кроме первого листа ведомости объема дипломного проекта (рис. 3.2) и оглавления (рис. 3.3) должна быть основная надпись по ГОСТ 2.104-2006 (форма 2а) (рис. 3.4).

Дублирование титульного листа на обложке и в РПЗ не допускается.

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ транспортных коммуникаций  
(наименование факультета, полностью)

КАФЕДРА «Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса»  
(наименование выпускающей кафедры, полностью)

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_  
(подпись) А. В. Вавилов  
« 15 » 06 2021 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Модернизация полукозлового крана грузоподъемностью 5 т  
(наименование темы)

Специальность 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование»  
(код специальности) (наименование специальности)

Направление  
специальности 1-36 11 01-01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» (производство и эксплуатация)  
(код направления специальности) (наименование направления специальности)

Специализация 1-36 11 01 – 01 01 «Подъемно-транспортные машины и оборудование»  
(код специализации) (наименование специализации)

Обучающийся  
группы 11402116  
(номер) п/п 5.06.2021 М.Л. Петров  
(подпись, дата) (инициалы и фамилия)

Руководитель п/п 10.06.2021 Иванов А.И.  
(подпись, дата) (инициалы и фамилия)

Консультанты  
по разделу конструкторская часть  
(наименование раздела) п/п 6.06.2021 Иванов А.И.  
(подпись, дата) (инициалы и фамилия)

по разделу технологическая часть  
(наименование раздела) п/п 7.06.2021 Петров И.А.  
(подпись, дата) (инициалы и фамилия)

по разделу экономическая часть  
(наименование раздела) п/п 8.06.2021 Сидоров П.А.  
(подпись, дата) (инициалы и фамилия)

по разделу охрана труда  
(наименование раздела) п/п 9.06.2021 Кузьмин Г.В.  
(подпись, дата) (инициалы и фамилия)

Ответственный за нормоконтроль  
(наименование раздела) п/п 12.06.2021 Мартынов А.А.  
(подпись, дата) (инициалы и фамилия)

Объем проекта:  
расчетно-пояснительная записка - 90 страниц;  
графическая часть - 8 листов;  
магнитные (цифровые) носители - — единиц.

Минск 2021

Рис. 3.1. Образец титульного листа

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол-во листов	№ экз.	Примеч.	
1			Документация общая				
2							
3	A4		Задание по дипломному	1			
4			проекту				
5	A4		Расчетно-пояснительная	80			
6			записка				
7	A1		Кран полукозловой.				
8			Чертеж общего				
9	A1		Механизм подъема.	2			
10			Сборочный чертеж				
11	A1		Механизм передвижения	1			
12			крана. Сборочный чертеж				
13	A1		Механизм передвижения				
14			тележки. Сборочный				
15			чертеж	1			
16	A1		Металлоконструкция				
17			концевой балки моста.				
18			Сборочный чертеж	1			
19	A1		Карта эскизов	1			
20			изготовления вала				
21	A1		Результаты расчета				
22			экономической				
23			эффективности проекта.	1			
24			Плакат				
25							
26							
27							
28							
			ДП – 11402116/7 <sup>1</sup> -2021 - РПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Ведомость объема дипломного проекта	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Петров	п/п		у		1
Пров.		Иванов	п/п		1-36 11 01 <sup>2</sup> БНТУ, г. Минск		
Г. контр.							
Н. контр.		Мартынов	п/п				
Утв.		Вавилов	п/п				

Примечание:

<sup>1</sup>Номер зачетной книжки

<sup>2</sup>Код специальности

Рис. 3.2. Форма ведомости объема дипломного проекта

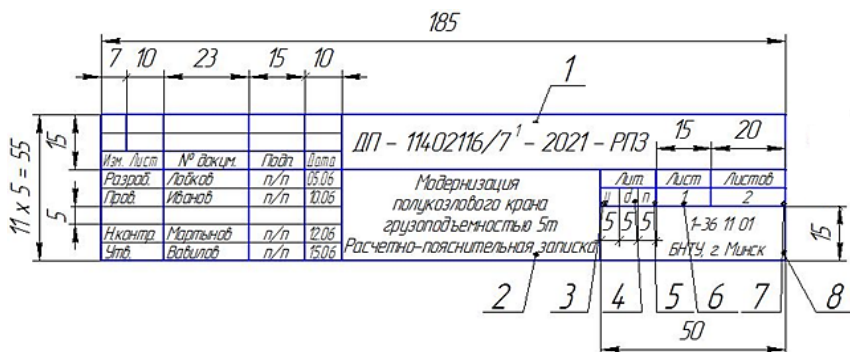


Рис. 3.3. Основная надпись по ГОСТ 2.106-68 (форма 2)  
Примечание: <sup>1</sup> – номер зачетной книжки; <sup>2</sup> – код специальности

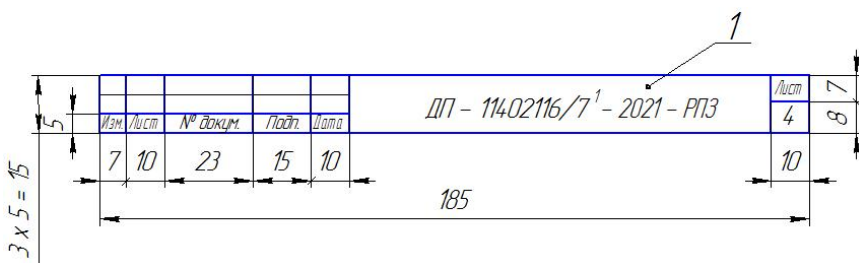


Рис. 3.4. Основная надпись по ГОСТ 2.104-2006 (форма 2а)  
Примечание: <sup>1</sup> – номер зачетной книжки

### 3.4. Титульный лист и задание на проектирование

Титульный лист является первой страницей РПЗ. Выполняется чертежным шрифтом или машинописным способом. Рамка, штамп и номер страницы на титульном листе не проставляются.

Задание на проектирование оформляется на бланках установленной формы аккуратно, рукописным или машинописным способом.

В задании на проектирование указывается:

- факультет, курс, группа, фамилия, имя и отчество студента;
- тема проекта;
- исходные данные для разработки проекта;
- вопросы, подлежащие разработке в проекте и примерный их объем;



- дата выдачи задания;
- срок защиты дипломного проекта.

В конце задания должны быть поставлены подписи студента, принявшего задание, и руководителя проекта с указанием даты подписания. Задание на проектирование оформляет руководитель дипломного проекта и утверждает заведующий кафедрой. В задании приводится график выполнения основных этапов проекта.

### **3.5. Требования к составлению реферата**

Реферат – краткое содержание работы, составляется в соответствии с ГОСТ 7.9-95 «Реферат и аннотация. Общие требования». Номер листа на реферате не проставляется.

Заголовок «РЕФЕРАТ» пишется на отдельной строке симметрично тексту прописными буквами высотой 5–7 мм. Расстояние заголовка до текста должно быть не более 10 мм.

Реферат начинается с указания объема, количества иллюстраций и таблиц, количества использованных литературных источников. Сведения об общем количестве иллюстраций дополняется данными об их характере (схемы, чертежи, графики, фотографии и т. д.), которые конкретизируют структуру представленного в записке материала.

Затем располагают пять-шесть ключевых слов и основное содержание материала, которое должно отражать цель проекта, методы разработки, полученные результаты, степень внедрения, основные показатели.

Объем реферата не должен превышать 2000 знаков (не более одной страницы).

### **3.6. Требования к составлению ведомости объема дипломного проекта**

Ведомость объема дипломного проекта – перечень разработанной документации проекта, составляют на формах 4 и 4а ГОСТ 2.108 с основной надписью по ГОСТ 2.104-2006.

В ведомости объема дипломного проекта записывают все конструкторские и технологические документы, разработанные в проекте. Запись документов производят только по одному разделу «Документация». Документы в ведомости объема дипломного проекта

следует записывать в последовательности, установленной ГОСТ 2.108 на порядок заполнения ведомостей.

Графы ведомости объема дипломного проекта заполняют следующим образом (см. рис. 3.2):

- в графе «Формат» указывают формат, на котором выполнен документ. Если документ выполнен на нескольких форматах различных размеров, то в этой графе ставится знак \*, а в графе примечания перечисляют обозначения этих форматов;

- в графе «Обозначение» указывают шифр (обозначение) документа;

- в графе «Наименование» указывают наименование документа в соответствии с основной надписью;

- в графе «Кол.» указывают количество листов, на которых выполнен данный документ;

- в графе «Примечание» указывают дополнительные сведения.

При этом номер страницы ведомости объема дипломного проекта в сквозной нумерации РПЗ не проставляется, но учитывается в ней.

### **3.7. Требования к составлению оглавления**

Оглавление РПЗ предназначено для облегчения поиска необходимых материалов в записке при ее чтении. Оно располагается перед рефератом и должно включать весь перечень заголовков записки, с указанием номера страницы (листа), где начинается этот раздел и подраздел. При этом заголовки разделов и подразделов должны быть написаны в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению заголовков основной части записки. Слово «ОГЛАВЛЕНИЕ» является заголовком.

Первый лист оглавления должен иметь на поле рамки основную надпись по форме 2 (ГОСТ 2.104-2006), последующие листы содержания текста записи оформляются основной надписью по форме 2а.

В графе 2 полностью записывают тему проекта, а в графе 1 – шифр РПЗ.

### **3.8. Требования к изложению введения**

Назначение введения – оценка современного состояния решаемой инженерной задачи и обоснование необходимости проектиро-

вания. Во введении должны быть показаны актуальность, новизна выполняемой работы и цель проектирования, краткое изложение содержания разделов РПЗ.

Слово «ВВЕДЕНИЕ» пишется прописными буквами на отдельной строке (симметрично тексту).

### **3.9. Требования к основной части проекта**

Текст основной части РПЗ при необходимости разделяют на разделы, подразделы, номенклатура и последовательность изложения которых зависят от типа и особенностей темы проекта.

Каждый раздел РПЗ необходимо начинать с нового листа. Наименования разделов и подразделов должны быть краткими. Наименования разделов записывают в виде заголовков симметрично тексту прописными буквами. Наименование подразделов записывают в виде заголовков с абзаца строчными буквами, кроме первой прописной. Абзацы в тексте начинаются отступом (12–13 мм). Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Подчеркивание заголовков не допускается.

Расстояние между заголовками раздела и подраздела, между заголовками подраздела и первой строкой первого пункта данного подраздела, при выполнении машинописным способом должно быть равно 1,5 интервала, при выполнении рукописным способом – 10 мм.

Расстояние между строками рукописного текста – 10 мм. Расстояние от рамки формы до границ текста рекомендуется оставлять: в начале строк – не менее 5 мм, в конце строк – не менее 3 мм. Для машинописного набора устанавливаются поля: верхнее – 15 мм, нижнее – 30 мм, левое – 30 мм, правое – 10 мм.

Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней внутренней рамки листа должно быть не менее 10 мм.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей РПЗ, обозначенные арабскими цифрами (1, 2, 3 и т. д.). Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой (2.1, 2.2, 2.3 и т. д.). Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов. Если раздел не имеет под-

разделов, то нумерация пунктов в нем должна быть в пределах каждого раздела, и номер пункта должен состоять из номеров раздела и пункта, разделенных точкой (1.1, 1.2, 1.3 и т. д.).

Если раздел имеет подразделы, то нумерация пунктов в нем должна быть в пределах подраздела, и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками (3.1.1, 3.1.2, 3.1.3 и т. д.).

Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, то он также нумеруется.

Если также РПЗ подразделяется на пункты, они нумеруются порядковыми номерами в пределах РПЗ арабскими цифрами (1.2, 1.3 и т. д.).

Пункты при необходимости могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта (1.2.1.1, 1.2.1.2, 1.2.1.3 и т. д.).

Содержащие в тексте пункта или подпункта перечисления требований, указаний, положений обозначают арабскими цифрами со скобкой, например: 1), 2), 3) и т. д.

Цифры, указывающие номера подразделов, пунктов, подпунктов и перечислений, записывается с абзаца.

При изложении обязательных требований в тексте должны применяться слова «должен», «следует», «необходимо» и производные от них.

В тексте РПЗ должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

Если в тексте принята специфическая терминология, то в конце (перед списком использованной литературы) должен быть приведен перечень принятых терминов с соответствующими разъяснениями.

Перечень в этом случае включают в содержание.

В тексте РПЗ не допускается:

1) применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов на русском языке;

2) сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических вели-

чин в головках и боковинах таблиц и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы;

3) применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, пунктуации, а также соответствующими государственными стандартами (сокращениями, общепринятыми в русском языке по ГОСТ 2.316-2008);

4) использовать в тексте математический знак минус «–» перед отрицательными значениями величин. Вместо знака минус «–» следует писать слово «минус»;

5) употреблять математические знаки без цифр, например (меньше или равно), (больше или равно), (не равно), а также знаки № (номер), % (процент);

6) применять индексы стандартов (ГОСТ, СТБ, ТКП, ТР, ТР ТС, ОСТ, СТП, СТ) без регистрационного номера.

Если в тексте приводятся поясняющие надписи, наносится непосредственно на изготавливаемое изделие (например, на планки, таблички к элементам управления и т. д.), то их выделяют шрифтом (без кавычек), например, ВКЛ, ОТКЛ, или кавычками – если надпись состоит из цифр и (или) знаков.

Условные буквенные обозначения величин, а также условные графические обозначения должны соответствовать установленным государственными стандартами. В тексте перед обозначением параметра дают его пояснение, например: «временное сопротивление разрыву  $P$ ».

Числа с размерностью следует писать цифрами, а без размерности словами, например «Зазор – не более 2 мм», «Катушку пропитать два раза».

Единица физической величины одного и того же параметра в пределах текста должна быть постоянной. Если в тексте приводится ряд значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то ее указывают только после последнего числового значения, например: 1,5; 1,75; 2 м.

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами.

При работе с редактором формул набираются:

– латинские символы – курсивом;

– все остальные (русские и греческие символы, цифры, знаки математических действий,  $\sin$ ,  $\cos$ ,  $\text{tg}$ ,  $\text{ctg}$  и т. п.,  $\min$ ,  $\max$ ,  $\log$ ,  $\ln$ ,  $\lim$ ,

grad, const и т. п., единицы измерения величин, химические формулы) – прямым;

- индексы в формулах пишутся маленькими (строчными) буквами;
- исключение – аббревиатуры.

Если в пояснительной записке более одной формулы, то их нумеруют арабскими цифрами по разделам, номер ставят с правой стороны листа, на уровне формулы, в круглых скобках, например:

$$P = kab, \quad (3.6)$$

где  $k$  – удельное сопротивление грунта копанию, кН/м<sup>2</sup>;

$a$  – глубина копания, м;

$b$  – ширина захвата рабочего органа, м.

Ссылки в тексте на порядковый номер формулы дают в скобках «в формуле (3.6)»

Для описания различных математических действий рекомендуется использовать следующие модели выражений, например: *Подставив в уравнение ..., получаем ...; Исходя из предельных значений ... рассчитываются ...; Указанным требованиям удовлетворяет ...; Учитывая эти допущения по ... формуле ..., где ...* и т. д.

В сложных аргументированных предложениях следует использовать следующие союзы и союзные слова: вместо того, чтобы; благодаря тому, что; оттого что; вследствие того что; после того, как; в то время как; несмотря на то, что; тогда как; между тем, как и др.

При написании формул следует соблюдать пунктуацию и орфографию математического предложения.

В формулах точка как знак умножения перед буквенным символом, после скобки и перед скобкой не ставится.

Только в том случае, когда не ясно, к какому знаку математического действия или функции относится данный символ, делается исключение. Например,

$$a \tan \alpha \cdot b \arcsin \beta.$$

Знак умножения ставится между дробями, перед цифрами и для отделения сомножителей от выражений, относящихся к знакам логарифма, интеграла, радикала и т. п. Переносить формулу на следующую строку можно на знаках равенства, сложения, умножения,

вычитания и знаках соотношения. Знак, на котором делается перенос формулы, пишут дважды – в конце первой и начале следующей строки. На знаке деления перенос делать нельзя.

Математические формулы могут быть расположены внутри текста и отдельными строками. Внутрь текста обычно вписывают нумерованные, несложные и недробные формулы. В отдельную строку помещают все нумерованные формулы, сопровождающиеся экспликациями, т. е. объяснениями употребленных символов, а также формулы имеющие самостоятельное значение.

Знаки препинания в формулах ставят по смыслу непосредственно за формулой. Если системой уравнений заканчивается выражение или вслед за ней приводится экспликация, то уравнения в таких системах следует отделять друг от друга точкой с запятой, а в конце последнего ставить точку или запятую.

В экспликацию следует, как правило, включать все обозначения, как в левой, так и правой части формулы. Последовательность расшифровки буквенных обозначений величин должна соответствовать последовательности расположения этих величин в формуле. Если правая часть формулы представляет собой дробь, то вначале поясняются обозначения величин помещенных в числителе, а затем – в знаменателе.

Обозначения единиц физических величин в каждой расшифровке следует отделять запятой от текста расшифровки. Обозначения единицы физической величины в математическую формулу следует помещать только после подстановки в формулу числовых значений величин и затем после промежуточных и конечного результатов вычисления. Например: потери мощности в трансмиссии  $P_m$  (кВт) равны

$$P_m = P_e (1 - \eta_{MG}) = 58,9(1 - 0,91) = 5,30 \text{ кВт},$$

где  $P_e$  – номинальная мощность двигателя, кВт;

$\eta_{MG}$  – механический КПД трансмиссии ( $\eta_{MG} = 0,90 - 0,92$ ,  $\eta_{MG} = 0,91$ ).

Обозначения и единицы измерения физических величин должны соответствовать ГОСТ 8.417-2002, международной системе единиц.

### 3.10. Оформление таблиц

Таблицы в текстовом документе применяются для лучшей наглядности и сравнения показателей. Пример построения таблиц приведен на рис. 3.5.

Таблица 1.2 – Значения удельных сопротивлений грунта копанию,  $k$

Тип грунта	$k$ , кН/м <sup>2</sup>

Рис. 3.5. Пример построения таблицы

Все таблицы, если их больше одной, нумеруются в пределах раздела арабскими цифрами. Номер таблицы состоит из номера раздела и номера таблицы, разделенные точкой.

Над левым верхним углом таблицы помещается надпись «Таблица» с указанием номера таблицы без знака номера, например, «Таблица 1.2». Таблица может иметь заголовок, который выполняется строчными буквами, кроме первой прописной и помещается после слова «Таблица – ...» и ее номера.

Если в документе только одна таблица, то она не нумеруется и слово «Таблица» не пишется. На все таблицы должны быть ссылки в тексте, при этом слово «Таблица» в тексте пишется полностью, например: «... в таблице 1.2».

Высота строк должна быть не менее 8 мм. Таблица в зависимости от ее размера должна быть помещена под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, или при необходимости в приложении к документу.

Если таблица делится на части с переносом на следующую страницу, при этом заголовок таблицы, слово «Таблица» и ее порядковый номер указывается один раз над первой частью (началом таблицы), а с последующими частями пишется слово «Продолжение», если таблица без номера или «Продолжение таблицы 1.2», если таблица имеет номер.

Графы нумеруются в соответствии с рис. 3.6.



1	2	3	4	5	6

Рис. 3.6. Нумерация граф (колонок) таблицы

Единицы физических величин цифровых данных в графах таблицы ставятся в заголовках каждой графы. Если все параметры, помещенные в таблице выражены в одной и той же единице физической величины, то сокращенное обозначение единицы физической величины помещается над таблицей, например, «мм», а при наличии заголовка таблицы – после него, например «Размеры шайб, мм».

Обозначения единицы физической величины, общей для всех данных в строке указывается в соответствующей строке боковика.

В таблицах, имеющих горизонтальные линии строк, значения параметров и другие данные одной графы, одинаковые в последующих строках, допускается приводить один раз.

В таблицах, не имеющих горизонтальных линий строк, повторяющихся в графах текст, состоящий из одного слова, допускается заменять кавычками. Если повторяющийся текст состоит из нескольких слов, то при первом повторении он заменяется словами «То же», а затем кавычками. При повторении лишь части фразы она заменяется словами «То же» с добавлением дополнительных сведений. Заменять кавычками повторяющиеся цифры, знаки, марки, математические и другие символы не допускается. При отсутствии в таблице отдельных данных ставится прочерк.

Дробные части должны приводиться в виде десятичных дробей за исключением размеров в дюймах, которые приводятся через наклонную черту, например,  $1/2''$ ,  $3/4''$  и т. д.

В таблицах без горизонтальных линий числовые значения величин в одной графе должны иметь одинаковое количество десятичных знаков и цифры располагаются так, чтобы классы чисел были точно один под другим. Исключение из этого составляют случаи при указании интервала значений.

### **3.11. Оформление примечаний**

В примечаниях к тексту и таблицам указывают только справочные и пояснительные данные.

Если имеется одно примечание, то его не нумеруют и после слова «Примечание» ставят точку.

Если примечаний несколько, то после слова «Примечания» ставят двоеточие. Примечания нумеруют арабскими цифрами с точкой, например:

Примечания: 1.

2.

и т. д.

### **3.12. Оформление иллюстраций**

Иллюстрации в РПЗ должны придавать излагаемому тексту ясность и конкретность.

Иллюстрации могут быть расположены как по тексту РПЗ (возможно ближе к соответствующим частям текста), так и в конце его или даны в приложении.

Графики, схемы, эскизы в РПЗ должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Все иллюстрации, если их в РПЗ более одной, нумеруют в пределах раздела арабскими цифрами. Номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например: Рисунок 1.1 – Деталь; Рисунок 1.2 – Прибор.

Ссылки на иллюстрации дают по типу: «рисунок 1.1». Ссылки на ранее упомянутые иллюстрации дают с сокращенным словом «Смотри», например: «см. рисунок 3.2».

Иллюстрации при необходимости могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст: шрифт 12 пт, нежирный, одинарный межстрочный интервал (если подпись состоит из трех строк и менее – располагать по центру, если 4 и более – по ширине без абзаца). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных (рис. 3.7).

Если в тексте документа есть ссылки на составные части из представленного на иллюстрации, то на иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации.

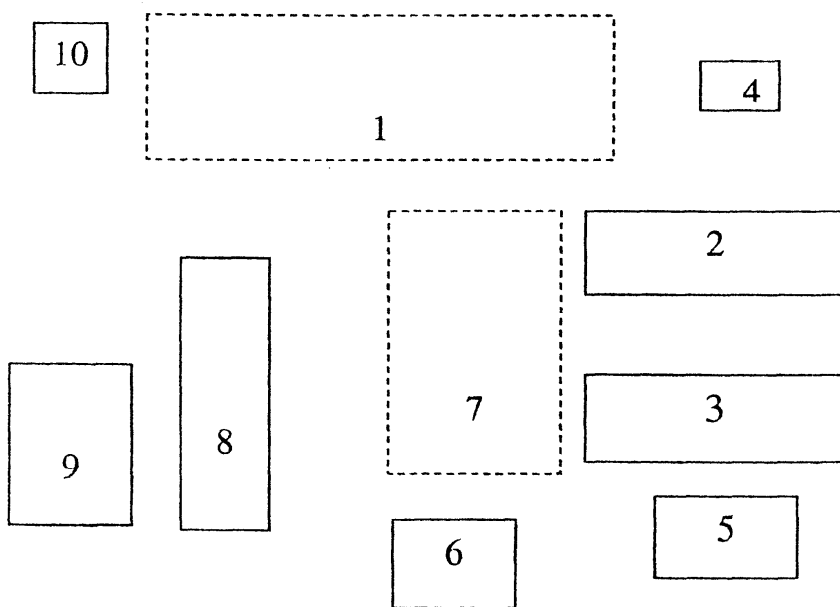


Рис. 3.7. Центральный машинный двор:

1 – площадка длительного хранения дорожных машин; 2 – ангар для хранения асфальтоукладчиков, склад запасных частей; 3 – ангар для хранения спецтехники, склад запасных частей; 4 – отделение сбора мусора; 5 – мойка для дорожной техники; 6 – дом машиниста; 7 – стоянка тракторов и автомобилей; 8 – ремонтная мастерская; 9 – пункт ТО дорожных машин и ремонтная мастерская; 10 – заправочная станция (нефтехозийство)

Иллюстрационный материал, таблицы или тексты вспомогательного характера допускаются в виде приложения.

### 3.13. Оформление заключения

Заключение является неотъемлемой структурной частью данного проекта. В нем подводится итог проектирования.

Заключение должно содержать оценку результатов проекта, выводы о проделанной работе, предложения по использованию полученных результатов, включая внедрение.

Заключение начинают с новой страницы после изложения основной части пояснительной записки.

Слово ЗАКЛЮЧЕНИЕ пишется на отдельной строке (симметрично тексту) прописными буквами. Заголовок порядкового номера не имеет.

Объем заключения не должен занимать более полутора-двух страниц.

### **3.14. Ссылки и оформление списка использованной литературы**

Ссылки на литературу в тексте даются в лаконичной форме с записью порядкового номера (арабскими цифрами) по списку литературного источника, выделенного двумя косыми чертами или в квадратных скобках, например: /12/, [26].

Библиографический указатель под заголовком «Список использованной литературы» размещают после заключения на новой странице симметрично тексту. Заголовок порядкового номера не имеет.

Сведения об источниках, включенных в список, необходимо давать в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1 [3].

Основным источником для библиографического описания является титульный лист издания. Недостающие сведения получают из других частей книги: с оборота титульного листа, выпускных данных и т. д. Библиографическое описание составляют на том языке, на котором опубликовано издание.

В списке использованной литературы указываются все учебники и учебные пособия, журналы и другие периодические издания, которые были использованы при выполнении проекта. Стандарты и нормалы в список использованной литературы не включаются.

Список использованной литературы следует прибавить в порядке появления ссылки на его, каждый литературный источник нумеруется арабскими цифрами с точкой (например: 1., 2., 3. и т. д.) и начинается с красной строки.

В списке использованной литературы указываются:

а) для книг (монографии, учебники, справочники и т. д.) одного, двух или трех авторов: фамилии и инициалы авторов, заглавие книги, том, часть, выпуск, место издания, издательство и год издания, количество страниц. Фамилии авторов указывают в именительном падеже;

б) для книг четырех и более авторов: фамилии и инициалы авторов вписывают под заглавием в последовательности, данной в издании и далее по форме;

в) для статей из журналов и сборников трудов: фамилия и инициалы автора (авторов), заглавие статьи, наименование журнала и сборника, год выпуска, страницы, на которых помещена статья;

г) для изобретений (открытий): номер авторского свидетельства и страну, в которой оно выдано, наименование изобретения (открытия), инициалы и фамилия автора (авторов), издание, в котором опубликовано описание изобретения (открытия), год выпуска, номер выпуска;

д) для проектной и другой технической документации: заглавие, вид документации и ее обозначение (при наличии такого), город, организация выпустившая документацию, год выпуска, количество страниц.

Примеры записи использованной литературы приведены в прил. Г.

### **3.15. Требования к приложениям**

Для лучшего понимания и пояснения основной части проекта в него включают приложения, которые содержат вспомогательный материал различного характера. Вид и характер приложений, помещаемых в проекте, зависит от его темы.

В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Степень обязательности приложений при ссылках не указывается.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения.

Приложение оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105.

## 4. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

### 4.1. Общие сведения

Графическая часть проекта обычно включает материалы технологического и организационного характера и конструкторскую разработку.

Чертежи рекомендуется выполнять на листах формата А1. При необходимости допускается применение формата, отличного от А1. При этом необходимо стремиться к минимальной номенклатуре форматов. На одном листе чертежной бумаги формата А1 допускается выполнять несколько чертежей меньших форматов (без разрезания листа) для удобства работы, проверки, рецензирования и защиты. При этом на каждом чертеже приводится основная надпись.

Форматы листов чертежей и других документов выбираются в соответствии с ГОСТ 2.301 [4].

1. Форматы листов определяются размерами внешней рамки оригиналов, подлинников, дубликатов, копий.

2. Формат с размерами сторон  $1189 \times 841$  мм, площадь которого равна  $1 \text{ м}^2$ , и другие форматы, полученные путем последовательного деления его на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата, принимаются за основные.

3. Обозначения и размеры сторон основных форматов должны соответствовать указанным в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Обозначения и размеры форматов

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	$841 \times 1189$
A1	$594 \times 841$
A2	$420 \times 594$
A3	$297 \times 420$
A4	$210 \times 297$

4. Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам.

Каждый лист графической части включает основную надпись *1* (рис. 4.1 и 4.2) и дополнительную графу *2*, которые выполняют сплошными основными и сплошными тонкими линиями.

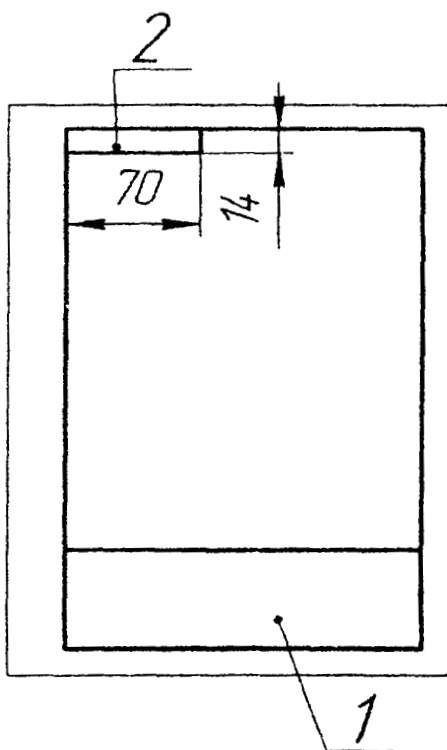


Рис. 4.1. Расположение основной надписи для формата А4

Основную надпись *1* располагают в правой нижней части формата, а дополнительную графу *2* – вдоль длинной стороны формата, за исключением формата А4.

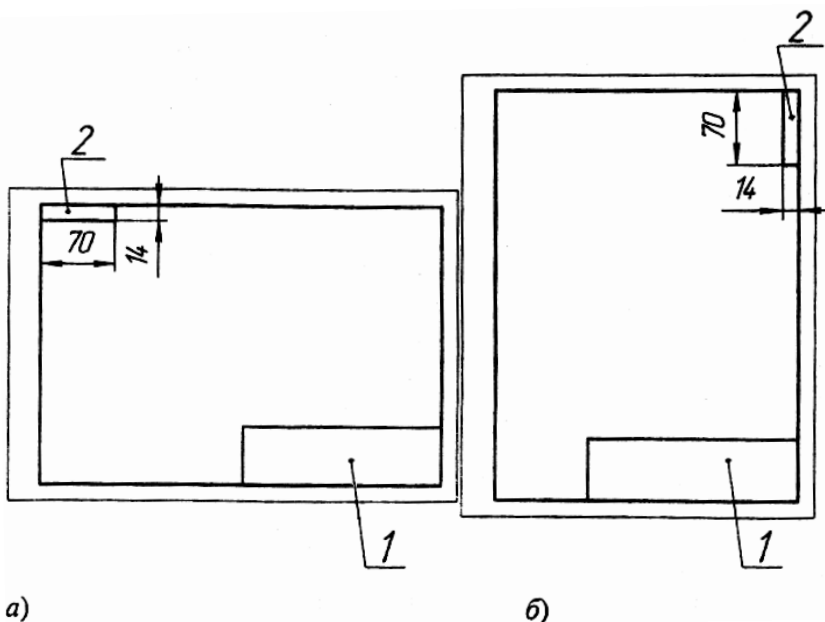


Рис. 4.2. Расположение основной надписи для форматов больше А4 при расположении надписи:  
*а* – вдоль длинной стороны листа; *б* – вдоль короткой стороны листа

Основную надпись выполняют по ГОСТ 2.104-2006 по форме *1* (рис. 4.3). При этом если графический документ выполнен на двух и более листах, то основная надпись по форме *2а* (см. рис. 3.4) того же ГОСТа. Порядок заполнения надписи следующий:

В графе *1* – обозначение документа.

В графе *2* – наименование изделия.

В графе *2а* – наименование документа, если этому документу присвоен шифр.

В графах *3, 4, 5, 6, 7, 8* и левой части надписи по форме *1* указывают те же сведения, что и в аналогичных графах по форме *2*. В других графах указывают:

– в графе *9* – обозначение материала детали. Эту графу заполняют только на чертежах деталей;

– в графе *10* – примерную массу изделия в кг;

– в графе *11* – масштаб.



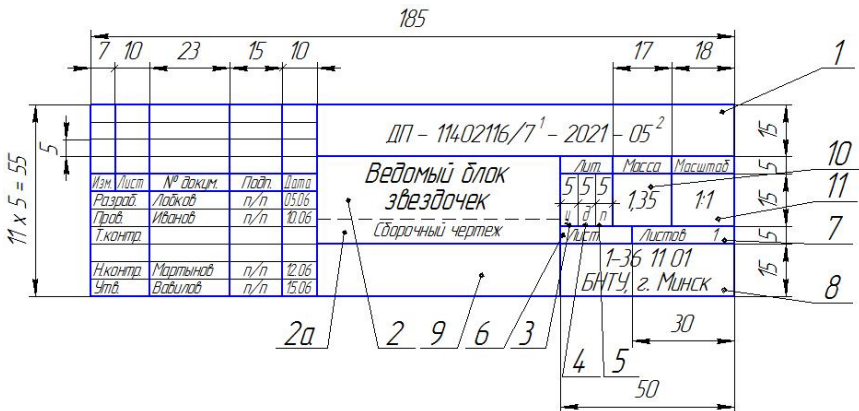


Рис. 4.3. Размеры основной надписи по ГОСТ 2.104-2006 (форма 1) и пример ее заполнения для рабочих чертежей  
Примечание: 1 – номер зачетной книжки; 2 – порядковый номер чертежа

Следует отметить, что графу б не заполняют на документах, состоящих из одного листа.

В дополнительную графу 2 (см. рис. 4.2 а и б) записывают шифр документа из графы 1 основной надписи.

Масштабы изображений на чертежах и иллюстрациях принимаются в соответствии с ГОСТ 2.302. Графические материалы выполняют в оптимальных масштабах с учетом их сложности и насыщенности информацией. Масштабы приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

### Масштабы изображений на чертежах

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

Наименования, начертания, назначения и соотношения толщины линий принимают в соответствии с ГОСТ 2.303-68.

Толщина сплошной основной линии  $s$  должна быть в пределах от 0,5–1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также формата чертежа.

Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе.

## **4.2. Оформление графического материала технологического характера**

Разработка проектов на кафедре МАДСК требует включения в графическую часть и материалов технологического характера. Сюда входят графики, диаграммы, таблицы и т. п., поясняющие суть проекта.

Указанный материал рекомендуется выполнять на стандартных форматах с приведенной выше формой основной надписи.

К особенностям оформления такого графического материала относятся:

- обязательное применение системы измерений СИ;
- оформление головок, граф и боковика таблиц должно соответствовать требованиям, приведенным в настоящих методических указаниях;
- внешние линии границ графиков, таблиц, диаграмм и т. п. не должны сливаться с рамкой формата;
- наименование (тематический заголовок) листа записывают только в графе 2 (см. рис. 4.3) основной надписи;
- обозначение документа принимается такое же как для плаката (см. стр. 10);
- графы 9 и 10 (см. рис. 4.3) основной надписи не заполняются.

## **4.3. Требования к оформлению конструкторской разработки**

Чертежом общего вида называют документ, определяющий конструкцию изделия (машины, установки и т. п.), взаимодействие его основных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Под сборочным чертежом понимают документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля. При этом сборочной еди-

ницей называют изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сочленением клепкой, сваркой, пайкой, прессовкой, развальцовкой, оклеиванием, шивкой, укладкой и т. п.), например: автомобиль, станок, строительная машина, редуктор, сварной корпус и т. п.

Габаритным чертежом называют документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами.

Под монтажным чертежом понимают документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия, а также данные, необходимые для его установки (монтажа) на месте применения. К монтажным чертежам также относят чертежи фундаментов, специально разрабатываемых для установки изделия.

Независимо от задания на дипломное проектирование, в нем должен быть, по крайней мере один сборочный чертеж или чертеж общего вида являющийся первым (основным) листом для всей конструкторской разработки.

Сборочный чертеж любой сборочной единицы должен содержать такое количество видов, разрезов и сечений, которое необходимо для полного представления о конструкции изделия. В состав сборочного чертежа должны входить все размеры, предельные отклонения и другие параметры, а также указания и требования, необходимые для выполнения изделия или контроля по данному чертежу. Кроме этого, сборочный чертеж должен содержать посадки основных сопряжений, габаритные, установочные, присоединительные размеры, а также необходимые справочные размеры, а сборочные чертежи сварных конструкций (рис. 4.4), кроме того – условные обозначения швов сварных соединений (табл. 4.3–4.5).

Сборочный чертеж, чертеж общего вида и т. п. должен содержать основные технические характеристики изделия, т. е. его краткую техническую характеристику, и необходимые технические условия и требования. Записи их начинают на поле чертежа над основной надписью, не выходя за линию, представляющую собой мысленное продолжение линии левой границы надписи.

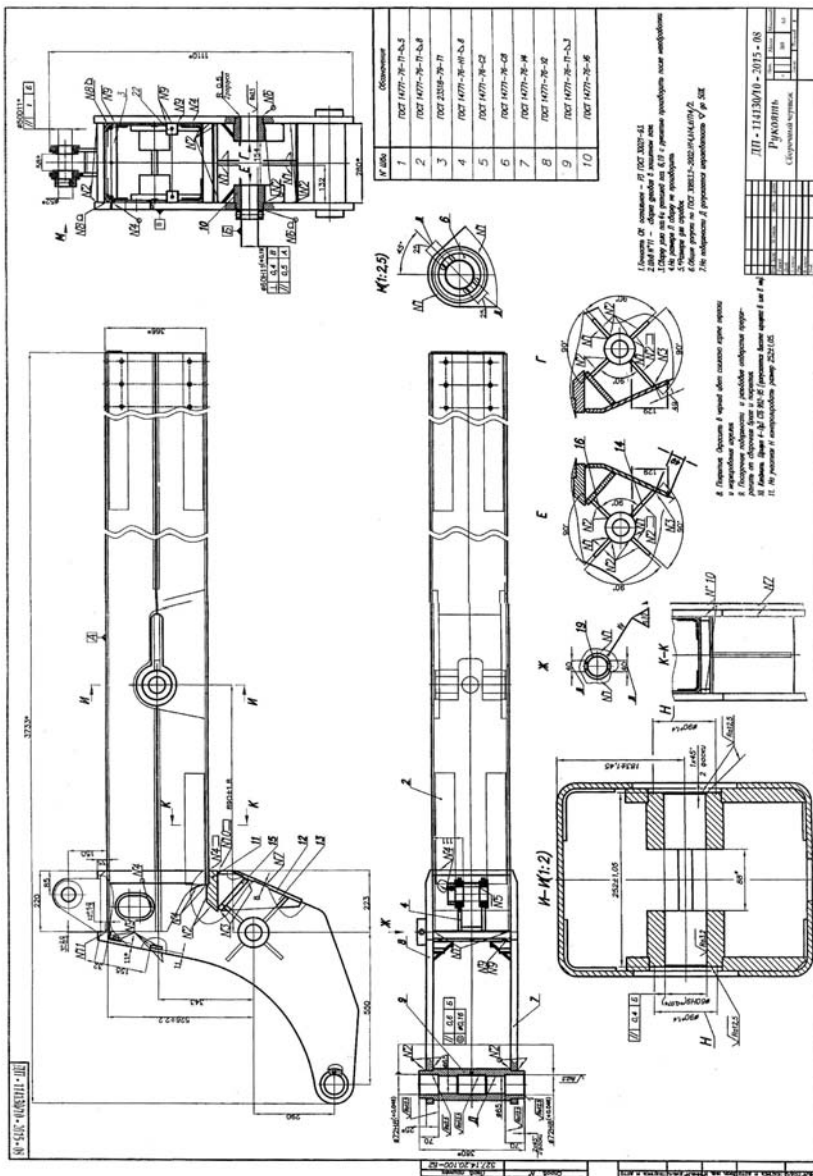

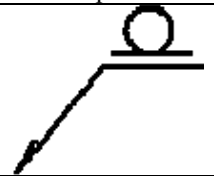
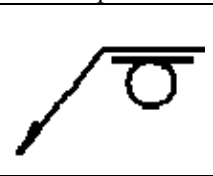




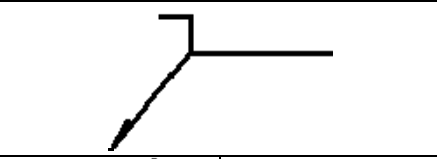

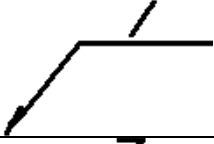
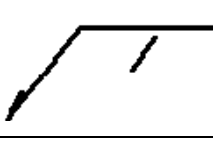

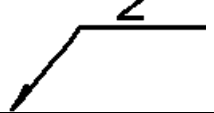
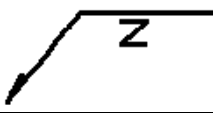

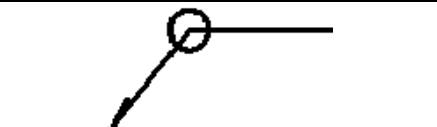

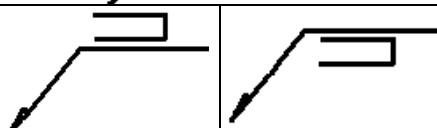



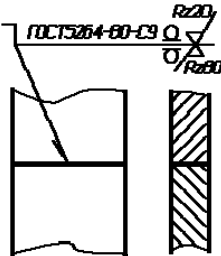
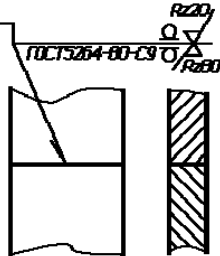

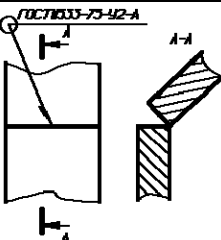
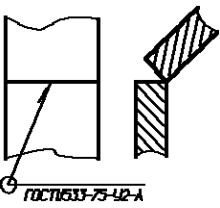

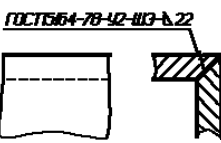
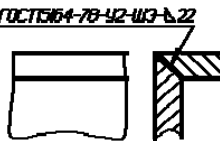
Рис. 4.4.

Таблица 4.3


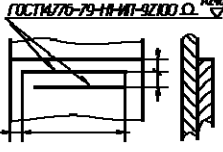
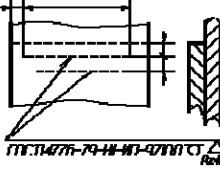

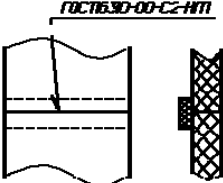
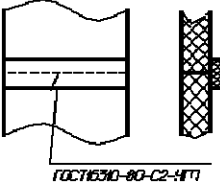

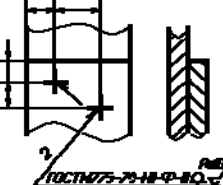
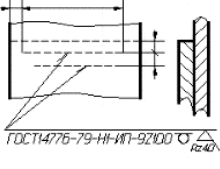
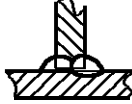
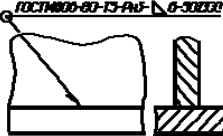
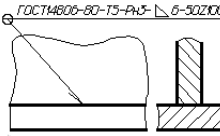
## Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов

Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Расположение вспомогательного знака относительно полки линии-выноски, проведенной от изображения шва	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
	Усиление шва снять		
	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т. е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. Угол наклона линии $\approx 60^\circ$		
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		
	Шов по замкнутой линии. Диаметр знака 3–5 мм		
	Шов по незамкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа		

Примеры условных обозначений стандартных швов сварных соединений

Характеристика шва	Форма поперечного сечения шва	Условное обозначение шва, изображенного на чертеже	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
1	2	3	4
<p>Шов стыкового соединения с криволинейным скосом одной кромки, двусторонний, выполняемый дуговой ручной сваркой при монтаже изделия.</p> <p>Усиление снято с обеих сторон.</p> <p>Параметр шероховатости шва:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– с лицевой стороны Rz 20 мкм;</li> <li>– с оборотной стороны Rz 80 мкм</li> </ul>			
<p>Шов углового соединения без скоса кромок, двусторонний, выполняемый автоматической сваркой под флюсом по замкнутой линии</p>			
<p>Шов углового соединения со скосом кромок, выполненный электрошлаковой сваркой проволочным электродом.</p> <p>Катет шва 22 мм</p>			

Продолжение табл. 4.4

1	2	3	4
<p>Шов точечный, соединения внахлестку, выполненный дуговой сваркой в инертном газе плавящимся электродом. Расчетный диаметр точки 9 мм. Шаг 100 мм. Расположение точек шахматное. Усиление должно быть снято. Параметр шероховатости обработанной поверхности Rz 40 мкм</p>			
<p>Шов стыкового соединения без скоса кромок, односторонний, на остающейся подкладке, выполненный сваркой нагретым газом с присадкой</p>			
<p>Одиночные сварные точки соединения внахлестку, выполненные дуговой сваркой под флюсом. Диаметр электрозащелки 11 мм. Усиление должно быть снято. Параметр шероховатости обработанной поверхности Rz 80 мкм</p>			
<p>Шов таврового соединения без скоса кромок, двусторонний, прерывистый с шахматным расположением, выполняемый дуговой ручной сваркой в защитных газах неплавящимся металлическим электродом по замкнутой линии. Катет шва 6 мм. Длина провариваемого участка 50 мм. Шаг 100 мм</p>			

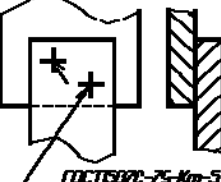
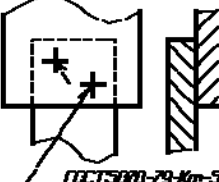

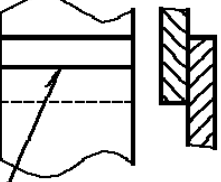
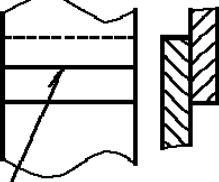

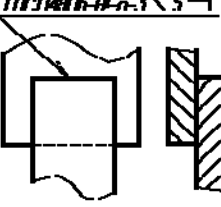
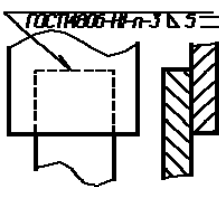
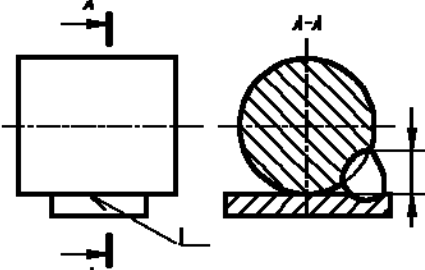
1	2	3	4
<p>Одиночные сварные точки соединения внахлестку, выполняемые контактной точечной сваркой. Расчетный диаметр точки 5 мм</p>		 <p>ГОСТ 5097-75-Кл-5</p>	 <p>ГОСТ 5097-79-Кл-5</p>
<p>Шов соединения внахлестку прерывистый, выполняемый контактной шовой сваркой. Ширина шва 6 мм. Длина провариваемого участка 50 мм. Шаг 100 мм</p>		 <p>ГОСТ 5097-79-Кл-6×50/100</p>	 <p>ГОСТ 5097-79-Кл-6×50/100</p>
<p>Шов соединения внахлестку без скоса кромок, односторонний, выполняемый дуговой полуавтоматической сваркой в защитных газах плавящимся электродом. Шов по незамкнутой линии. Катет шва 5 мм</p>		 <p>ГОСТ 14006-И-п-3 &amp; 5</p>	 <p>ГОСТ 14006-И-п-3 &amp; 5</p>

Таблица 4.5

Пример условного обозначения нестандартного шва сварного соединения

Характеристика шва	Условное изображение и обозначение шва на чертеже
<p>Шов соединения без скоса кромок, односторонний, выполненный ручной дуговой сваркой при монтаже изделия</p>	



## Правила выполнения схем

Схемы являются неотъемлемой частью комплекта конструкторских документов и предназначены для производства, эксплуатации и ремонта изделий.

Схема – это документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба. Схемная документация разрабатывается таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре изделия, взаимодействии его составных частей.

В зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, виды схем имеют наименования и буквенные коды (см. табл. 3.1).


В зависимости от основного назначения типы схем имеют следующие наименования и цифровые коды: структурные – код 1; функциональные – код 2; принципиальные – код 3; монтажные – код 4.

К схемной документации относят также таблицы и перечни элементов, если они выпускаются самостоятельными конструкторскими документами. В этих случаях документы имеют наименование и обозначение той схемы, к которой они относятся с отличительным буквенным кодом Т, если это таблица, и кодовым П, если это перечень элементов. Например, перечень элементов к гидравлической принципиальной схеме, выполненной на чертеже номер 3 – ДП – ХХХХХХХХХХ – 201Х – 03П.

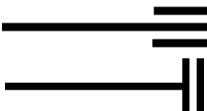
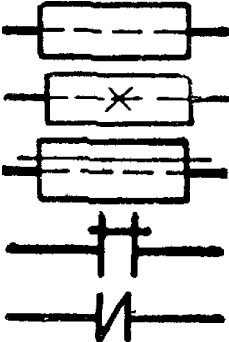

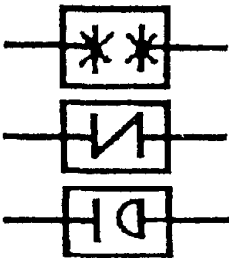


В схемах применяют условные графические обозначения, установленные стандартами ЕСКД и построенные на их основе (табл. 4.6 и 4.7).

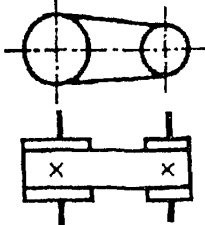
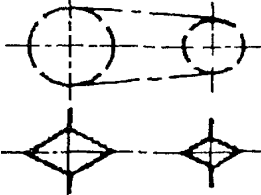
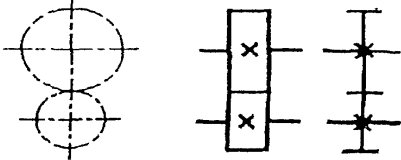
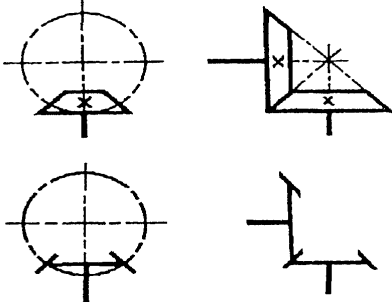
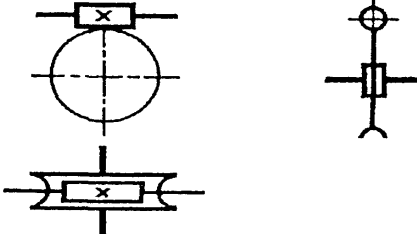
Таблица 4.6

### Условные графические символы в кинематических схемах

Наименование	Обозначение
1. Вал, ось	

Продолжение табл. 4.6

Наименование	Обозначение
2. Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа): а) радиальные б) упорные	
3. Соединения деталей: а) деталь, свободно сидящая на валу б) деталь, сидящая неподвижно на валу на шпонке в) деталь, скользящая на валу по направляющей шпонке (шлицам) г) соединение двух валов глухое д) соединение двух валов эластичное	
4. Муфта. Общее обозначение без уточнения типа	
5. Муфта нерасцепляемая (неуправляемая) а) глухая б) упругая в) компенсирующая	
6. Муфта сцепляемая (управляемая) общее обозначение	
7. Тормоз. Общее обозначение без уточнения типа	

Наименование	Обозначение
8. Передача ремнем без уточнения типа ремня	
9. Передача цепью общее обозначение без уточнения типа цепи	
10. Передачи зубчатые (цилиндрические) внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев)	
11. Передачи зубчатые с пересекающимися валами и конические общее обозначение без уточнения типа зубьев	
12. Передачи зубчатые со скрещивающимися валами червячные с цилиндрическим червяком	










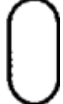

Наименование	Обозначение
13. Пружины цилиндрические сжатия	
14. Двигатель:	
а) электродвигатель	
б) тепловой	

Таблица 4.7

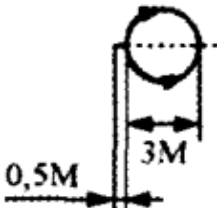
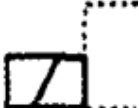

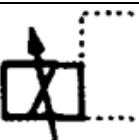



Условные графические обозначения гидравлических и пневматических аппаратов, устройств управления и контрольно-измерительных приборов


Графический символ	Пояснения
	Напорная линия, сливная линия, контур гидрокompонента, контур графического символа
	Линия внутреннего и внешнего управления, линия дренажа, линия вентиляции (охлаждения), линия сброса рабочей жидкости
	Объединение нескольких гидрокompонентов в единый блок
	Соединение двух гидравлических линий
	Канал и направление движения рабочей жидкости через клапан или гидрораспределитель

Продолжение табл. 4.7

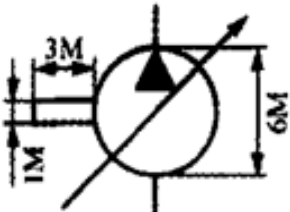

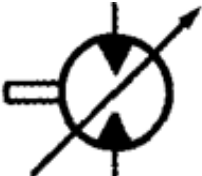
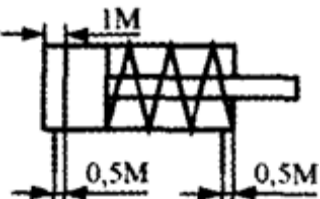

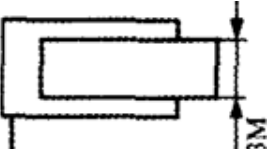
Графический символ	Пояснения
	<p>Форма канала и направление движения рабочей жидкости внутри клапана или гидрораспределителя</p>
	<p>Закрытый канал или порт (входное / выходное отверстие)</p>
	<p>Рабочее направление пневматического (воздушного) потока</p>
	<p>Элемент управления – рычаг</p>
	<p>Элемент управления – педаль</p>
	<p>Элемент управления – пружина</p>
	<p>Фильтр</p>
	<p>Теплообменник (калорифер)</p>
	<p>Слив в гидробак</p>
	<p>Аккумулятор, воздушный ресивер</p>
	<p>Пропорциональный соленоид (электромагнит)</p>

Продолжение табл. 4.7

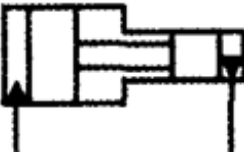
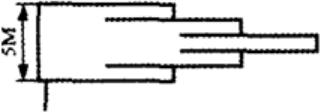


Графический символ	Пояснения
	Поворотное соединение
	Соленоид (электромагнит) с катушкой в одну сторону, направление движения сердечника в сторону клапана / распределителя
	Соленоид (электромагнит) с катушкой в одну сторону, направление движения сердечника в сторону от клапана / распределителя
	Соленоид (электромагнит) с катушкой в одну сторону, направление движения сердечника в сторону клапана / распределителя с пропорциональным управлением
	Соленоид (электромагнит) с катушкой в одну сторону, направление движения сердечника в сторону от клапана / распределителя с пропорциональным управлением
	Электрическое управление золотником с двумя катушками соленоидов (электромагнитов), обеспечивающих движение в противоположных направлениях: в сторону клапана / распределителя или от него с пропорциональным управлением
	Гидравлическое управление с внешним питанием

Графический символ	Пояснения
	<p>Двухходовой двухпозиционный (2/2) распределитель, содержащий два порта, две переменные позиции для двух направлений потока рабочей жидкости, нажимное устройство управления, возвратную пружину, функцию «нормально закрытый»</p>
	<p>Соленоид (электромагнит), приводящий в действие четырехходовой (с четырьмя портами) двухпозиционный (4/2) распределитель с пружинным возвратом</p>
	<p>Клапан регулирования потока рабочей жидкости (дрозсель регулируемый)</p>
	<p>Клапан регулирования потока рабочей жидкости в одном направлении и свободным ее проходом в другом (дрозсель с клапаном)</p>
	<p>Дроссельный делитель потока рабочей жидкости, разделяющий один входной на два выходных потока</p>
	<p>Обратный клапан. Свободный поток рабочей жидкости возможен только в одном направлении</p>
	<p>Обратный клапан с пружиной, нормально закрытый. Свободный поток рабочей жидкости возможен только в одном направлении</p>

Продолжение табл. 4.7

Графический символ	Пояснения
	<p>Насос регулируемый</p>
	<p>Насос регулируемый, реверсивный, с внешней дренажной линией, с направлением вращения приводного вала в одну сторону</p>
	<p>Регулируемый гидромотор</p>
	<p>Гидроцилиндр одностороннего действия одноштоковый с возвратным ходом от силы пружины, с расположением пружины внутри корпуса</p>
	<p>Гидроцилиндр двойного действия одноштоковый</p>
	<p>Плунжерный цилиндр одностороннего действия</p>



Графический символ	Пояснения
	Усилитель давления
	Телескопический цилиндр одностороннего действия
	Аккумулятор давления диафрагменного типа
	Аккумулятор давления поршневого типа

#### 4.4. Порядок составления спецификации сборочного чертежа

На каждый чертеж сборочной единицы, комплекс и комплект составляют спецификацию. Она определяет состав сборочной единицы и необходима для изготовления, комплектования конструкторских документов и планирования запуска изделий в производство.

Спецификацию составляют на листах на каждую сборочную единицу по формам 1 и 1а по ГОСТ 2.108. При этом основная надпись на заглавном листе спецификации по форме 2а по ГОСТ 2.104-2006.

В спецификацию вносят составные части, входящие в специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и к его неспецифицируемым составным частям.

Составные части изделия указываются в виде позиций на сборочных чертежах, чертежах общих видов и т. п. Для этого на чертеже от составных частей проводят линии-выноски, на полках которых указывают номера позиций.

Номера позиций наносят вне контура изображения, параллельно основной надписи, и группируют в колонку или в строчку на одной линии (по возможности). Номера позиций, как правило, следует указывать на чертеже только один раз.

Номера позиций обычно проставляют в возрастающем порядке по часовой стрелке, с перечислением всех составных частей каждого раздела спецификации в последовательности следования разделов в ней. Исключение составляют разделы «Документация» и «Материалы», которые не имеют составных частей, представленных на чертеже.

Например: Изделие состоит из 2 комплексов, 5 сборочных единиц, 12 деталей, 8 стандартных изделий, 1 прочего изделия и одного комплекта. Тогда номера позиций комплексов будут первыми (например, 1 и 2 или 2 и 3 и т. д.), номер позиций сборочных единиц должен начинаться с цифры, большей цифры, обозначающей последнюю позицию раздела «комплексы» (например, 3, 4, 5 и т. п.) номер позиций деталей – с цифры, большей цифры, обозначающей последнюю позицию деталей – с цифры, большей цифры, обозначающей последнюю позицию раздела «Сборочные единицы» и т. д. Допускаются при этом пропуски цифр последовательного ряда позиций в начале их и между разделами.

Спецификации в общем случае состоят из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

- документация;
- комплексы;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы;
- комплекты.

Наличие тех или иных разделов определяется составом специфицируемого изделия. Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «наименование» (рис. 4.4 и 4.5) и подчеркивают.

В учебных проектах спецификация сборочных единиц чаще всего состоит из таких разделов: как документация, сборочные единицы, детали, стандартные изделия. Ниже приводится порядок составления только этих разделов.

В раздел «Документация» вносят документы, составляющие основной комплект конструкторских документов специфицируемого изделия, кроме его спецификации, а также документы основного комплекта записываемых в спецификацию неспецифицируемых составных частей (деталей), кроме их рабочих чертежей. Документы в каждой части раздела (графе спецификации), записывают в порядке, изложенном ниже.

В разделе «Сборочные единицы» и «Детали» вносят сборочные единицы и детали, непосредственно входящие в специфицируемое изделие. Запись указанных изделий производят в порядке возрастания цифр, входящих в обозначения.

В разделе «Стандартные изделия» записывают изделия, примененные по:

- государственным, республиканским и отраслевым стандартам;
- стандартам предприятий (для изделий вспомогательного производства).

В пределах каждой категории стандартов запись производят по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (например, подшипники, крепежные изделия, электротехнические изделия и т. п.), в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначения стандартов, а в пределах каждого обозначения стандарта – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

Порядок заполнения граф спецификации следующий (см. рис. 4.4).

В графе «Формат» указывают обозначения формата, на котором выполнен в данном проекте этот документ. Если в проекте отсутствуют документы на специфицируемые составные части изделия, то эту графу не заполняют. Не заполняется эта графа и для раздела «Стандартные изделия».

Графу «Зона» в учебных проектах допускается не заполнять.

В графе «Позиция» указывают номер позиции составной части изделия, присвоенной ему на чертеже. Для раздела «Документация» эта графа не заполняется.

В графе «Обозначение» раздела «Документация» указывают обозначение данного конструкторского документа. Например, ДП – 114130/10 – 2015 – 03.

В разделе «Сборочные единицы» указывают обозначения соответствующих составных частей изделия. Например, ДП – 114130/10 – 2015 – 01 (эта сборочная единица входит в состав сборочной единицы 03 и на нее в дипломном проекте разработан чертеж); ДП – 114130.03.02.00 (сборочная единица 02 входит в состав сборочной единицы 03 и на нее в дипломном проекте не разработан чертеж).

В разделе «Детали» указывают обозначения деталей, входящих в состав специфицируемой сборочной единицы. Например, ДП – 114130/10 – 2015 – 11...99 (эти детали входят в состав специфицируемой сборочной единицы и на них в дипломном проекте разработаны чертежи); ДП – 114130.03.00.01...99 (эти детали входят в состав специфицируемой сборочной единицы и на них в дипломном проекте не разработаны чертежи).

В графе «Наименование» указывают:

– в разделе «Документация» наименование документа по буквенному разделу его шифра. Например, для сборочного чертежа – «Сборочный чертеж»;

– в разделах «Сборочные единицы» и «Детали» в той же графе указывают тематическое наименование сборочных единиц и деталей. Например, «Вал в сборе», «Крышка» и т. п.;

– в разделе «Стандартные изделия» в графе «Наименование» указывают тематическое наименование изделия, его обозначение по стандарту и сам стандарт на изделие. Например, «Подшипник» 207 ГОСТ 8338-75.

В графе «Количество» указывают количество той или иной составной части в специфицируемом изделии, а в разделе «Документация» – графу не заполняют.

В графе «Примечание» приводят при необходимости дополнительные сведения о той или иной составной части изделия или документа.

Порядок заполнения надписей спецификации аналогичен рассмотренному ранее. Имеется только отличие в заполнении граф 1 и 2 по форме 2 и графы 1 по форме 2а. Так, в графах 1 указывают шифр специфицируемого изделия без его буквенного раздела. А

в графе 2 надписи по форме 2а приводят только тематические наименования специфицируемого изделия.

Формат	Зона	Поз.	ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	Кол.	Примеч.			
				<u>Документация</u>					
A1			ДП-114130/10-2015-03	Сборочный чертеж					
				<u>Сборочные единицы</u>					
A4		1	ДП-114130/10-2015-01	Рама	1				
A4		2	ДП-114130.03.02.00	Рычаг	5				
A4		3	ДП-114130.03.03.00	Колесо	1				
A4		4	ДП-114130.03.04.00	Колесо	1				
A4		5	ДП-114130.03.05.00	Талреп	5				
A4		6	ДП-114130.03.06.00	Кронштейн	8				
A4		7	ДП-114130.03.07.00	Коромысло	5				
A4		8	ДП-114130.03.08.00	Балка	8				
A4		9	ДП-114130.03.09.00	Фреза	16				
A4		10	ДП-114130.03.10.00	Кронштейн	5				
A4		11	ДП-114130.03.11.00	Кронштейн	5				
A4		12	ДП-114130.03.12.00	Загорточ	4				
A4		13	ДП-114130.03.13.00	Болт	16				
				<u>Детали</u>					
A3		16	ДП-114130/10-2015-11	Стяжка	5				
A4		17	ДП-114130/10-2015-13	Пластина	2				
<b>ДП-114130/10-2015-03</b>									
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>					
Разраб.	Петров	п/п	15.05	Мульчер	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
Пров.	Иванов	п/п	16.05		у	д	п	1	2
Т.контр.					1-36 11 01				
Н.контр.	Мартынов	п/п	5.06		БНТУ, г. Минск				
Утв.	Вавилов	п/п	7.06						

Рис. 4.4. Пример заполнения заглавного листа спецификации



чие чертежи только тех деталей, размеры которых определены в конструктивном расчете записки, либо могли бы быть определены прочностным расчетом. Не допускается разрабатывать чертежи стандартных деталей.

Чертежи деталей должны выполняться в соответствии с ЕСКД.

На рабочем чертеже детали должны быть указаны все данные, необходимые для ее изготовления и контроля по этому чертежу. Эти данные должны включать сведения о размерах, предельных отклонениях, шероховатостях поверхностей (рис. 4.6; табл. 4.8 и 4.9 [5]), предельных отклонениях формы и расположения поверхностей (табл. 4.10).

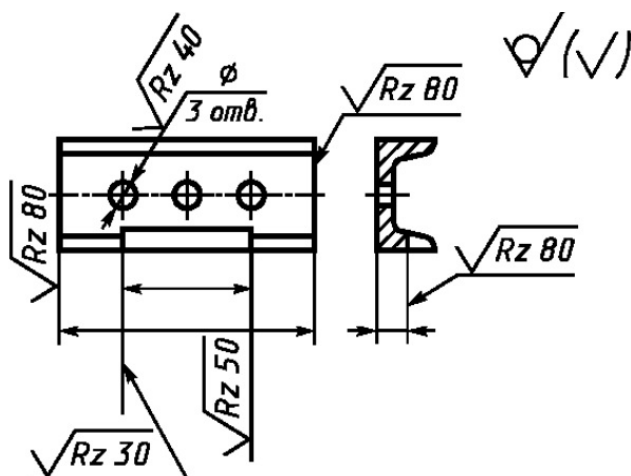


Рис. 4.6. Пример обозначения шероховатости поверхностей детали

Таблица 4.8

### Поверхности деталей и их параметры шероховатостей

Параметры шероховатости, мкм	Типовые поверхности и детали
Rz 320 и Rz 160	Нерабочие контуры деталей. Поверхности деталей, устанавливаемые на бетонных, кирпичных и деревянных основаниях

Продолжение табл. 4.8

Параметры шероховатости, мкм	Типовые поверхности и детали
Rz 80	Отверстия на проход крепежных деталей. Выточки, проточки. Отверстия масляных каналов на силовых валах. Кромки деталей под сварные швы. Опорные поверхности пружин сжатия. Подшвы станин, корпусов, лап
Rz 40	Внутренний диаметр шлицевых соединений (нешлифованных). Свободные несопрягаемые торцовые поверхности валов, муфт, втулок. Головки винтов, торцы валов, фаски, канавки, закругления
Rz 20	Торцовые поверхности под подшипники качения. Поверхности втулок, колец, ступиц, прилегающие к другим поверхностям, но не являющиеся посадочными. Нерабочие торцы валов, втулок, планок. Наружная и внутренняя рабочие поверхности метрической, дюймовой, конической резьбы. Внутренняя рабочая поверхность трапецеидальной, упорной, прямоугольной резьбы. Головки винтов, торцы валов, фаски, канавки, закругления
Ra 2,5	Шаровые поверхности ниппельных соединений. Канавки под уплотнительные резиновые кольца для подвижных и неподвижных торцовых соединений. Радиусы округлений на силовых валах. Поверхности осей для эксцентриков. Опорные плоскости реек. Наружная рабочая поверхность трапецеидальной, упорной, прямоугольной резьбы. Головки винтов, торцы валов, фаски, канавки, закругления
Ra 1,25	Поверхности разъема герметичных соединений без прокладок или со шлифованными металлическими прокладками. Наружные диаметры шлицевого соединения. Отверстия пригоняемых и регулируемых соединений (вкладыши подшипников и др.) с допуском зазора-натяга 25–40 мкм.



Параметры шероховатости, мкм	Типовые поверхности и детали
Ra 1,25	<p>Цилиндры, работающие с резиновыми манжетами.  Отверстия подшипников скольжения.  Трущиеся поверхности малонагруженных деталей.  Выступающие части быстровращающихся деталей: концы и фланцы шпинделей, валов</p>
Ra 0,63	<p>Притираемые поверхности в герметичных соединениях.  Поверхности зеркала цилиндров, работающих с резиновыми манжетами.  Торцовые поверхности поршневых колец при диаметре менее 240 мм.  Валы в пригоняемых и регулируемых соединениях с допуском зазора-натяга 7–25 мкм.  Трущиеся поверхности нагруженных деталей.  Посадочные поверхности 7-го качества с длительным сохранением заданной посадки: оси эксцентриков, точные червяки, зубчатые колеса.  Сопряженные поверхности бронзовых зубчатых колес.  Рабочие шейки распределительных валов.  Штоки и шейки валов в уплотнениях</p>
Ra 0,32	<p>Шейки валов:  5-го качества диаметром св. 1 до 30 мм;  6-го качества диаметром св. 1 до 10 мм.  Валы в пригоняемых и регулируемых соединениях (шейки шпинделей, золотники) с допуском зазора-натяга 16–25 мкм.  Отверстия пригоняемых и регулируемых соединений (вкладыши подшипников) с допуском зазора-натяга 4–7 мкм.  Трущиеся элементы сильно нагруженных деталей.  Цилиндры, работающие с поршневыми кольцами.  Рукоятки, ободья маховиков, штурвалы, ручки, стержни, кнопки</p>
Ra 0,160	<p>Поверхности, работающие на трение, от износа которых зависит точность работы механизмов</p>

Параметры шероховатости, мкм	Типовые поверхности и детали
Ra 0,080	Шейки валов в пригоняемых и регулируемых соединениях с допуском зазора-натяга 2,5–6,5 мкм. Поверхности отверстий пригоняемых и регулируемых соединений с допуском зазора-натяга до 2,5 мкм. Рабочие шейки валов прецизионных быстроходных станков и механизмов
Ra 0,040	Зеркальные валики координатно-расточных станков и прочее

Таблица 4.9

Параметры шероховатости и качества допусков, размеров при различных методах обработки

Метод обработки	Ra, мкм	Квалитеты															
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
<i>Отрезка:</i>																	
приводной пилой	25...50																
резцом	25...100																
фрезой	25...50																
абразивом	3,2...6,3																
<i>Подрезка торцов</i>	3,2...12,5																
<i>Строгание:</i>																	
черновое	12,5...25																
чистовое	3,2...6,3																
тонкое	0,8...1,6																
<i>Долбление:</i>																	
черновое	85...50																
чистовое	3,2...12,5																
<i>Фрезерование цилиндрической фрезой:</i>																	
черновое	25...50																
чистовое	3,2...6,3																
тонкое	1,6																

Продолжение табл. 4.9

Метод обработки	Ra, мкм	Квалитеты															
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
<i>Фрезерование торцовой фрезой:</i>																	
черновое	6,3...12,5																
чистовое	3,2...6,3																
тонкое	0,8...1,6																
<i>Фрезерование скоростное:</i>																	
черновое	3,2																
чистовое	0,8...1,6																
<i>Обтачивание с продольной подачей:</i>																	
обдирочное	25...100																
получистовое	6,3...12,5																
чистовое	1,6...3,2																
тонкое (алмазное)	0,4...0,8																
<i>Обтачивание с поперечной подачей:</i>																	
обдирочное	25...100																
получистовое	6,3...12,5																
чистовое	3,2																
тонкое (алмазное)	0,8...1,6																
<i>Сверление:</i>																	
до 15 мм	6,3...12,5																
> 15 мм	12,5...25																
<i>Рассверливание</i>	12,5...25																
<i>Зенкерование:</i>																	
черновое (по корке)	12,5...25																
чистовое	3,2...6,3																
<i>Растачивание:</i>																	
черновое	50...100																
получистовое	12,5...25																
чистовое	1,6...3,2																
тонкое (алмазное)	0,4...0,8																
<i>Развертывание:</i>																	
получистовое	6,3...12,5																

Продолжение табл. 4.9

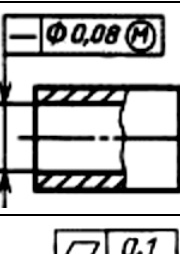
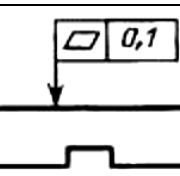
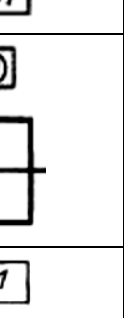
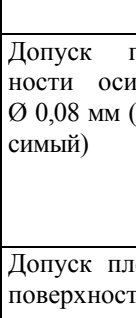
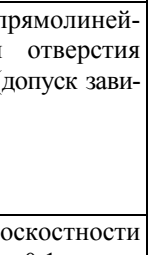
Метод обработки	Ra, мкм	Квалитеты															
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
Чистовое	1,6...3,2																
тонкое	0,4...0,8																
<i>Протягивание:</i>																	
получистовое	6,3																
чистовое	0,8...3,2																
отделочное	0,2...0,4																
<i>Зенкерование:</i>																	
плоское с направлением	6,3...12,5																
угловое	3,2...6,3																
<i>Шлифование круглое:</i>																	
получистовое	3,2...6,3																
чистовое	0,8...1,6																
тонкое	0,2...1,4																
<i>Шлифование плоское:</i>																	
получистовое	3,2																
чистовое	0,8...1,6																
тонкое	0,2...0,4																
<i>Прошивание:</i>																	
чистовое	0,4...1,6																
тонкое	0,05...1,6																
<i>Калибрование отверстия шариком или оправкой после:</i>																	
сверления	0,4...1,6																
расточивания	0,1...1,6																
развертывания	0,05...1,6																
<i>Обкатывание или раскатывание роликами или шариками:</i>																	
при значении исходной шероховатости Ra = 3,2–12,5 мкм	0,05...0,1																

Продолжение табл. 4.9

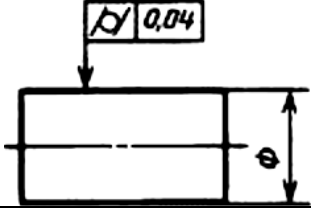
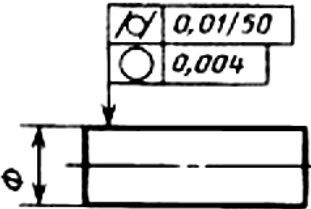
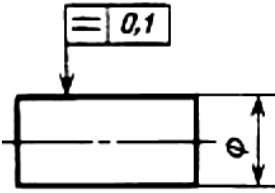
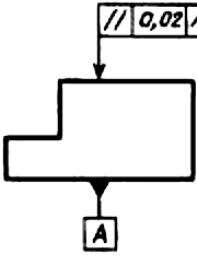
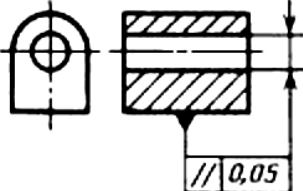
Метод обработки	$Ra$ , мкм	Квалитеты															
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
<i>Притирка:</i>																	
чистовая	0,05...0,8																
тонкая	0,01...0,4																
<i>Полирование:</i>																	
обычное	0,2...0,8																
тонкое	0,01...0,1																
<i>Доводка:</i>																	
грубая	0,4																
средняя	0,1...0,2																
тонкая	0,05																
отделочная (зеркальная)	$Rz =$ $= 0,012...0,25$																
<i>Хонингование:</i>																	
плоскостей	0,1...0,4																
цилиндров	0,05...0,2																
<i>Суперфиниширование:</i>																	
плоскостей	0,2...0,4																
цилиндров	0,01...0,1																
<i>Нарезание резьбы:</i>																	
плашкой, метчиком	3,2...12,5																
резцом, гребенкой	3,2...6,3																
<i>Шлифование резьбы</i>	0,8...3,2																
<i>Накатывание резьбы роликами</i>	0,2...0,8																
<i>Обработка зубьев зубчатых колес:</i>																	
строгание	0,8...3,2																
фрезерование	1,6...6,3																
шлифование	0,4...1,6																
шевингование	0,8...1,6																
<i>Электромеханическое сглаживание</i>	0,2...0,8																
<i>Ультразвуковая обработка твердых сплавов</i>	0,2...0,8																

Таблица 4.10

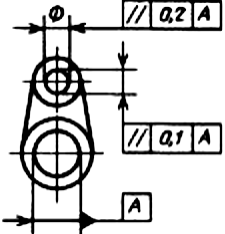
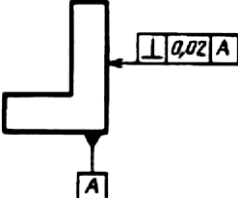
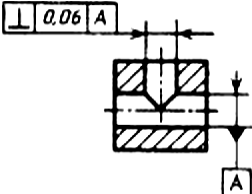
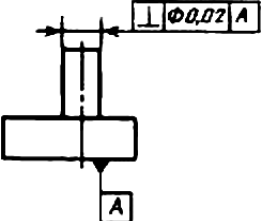
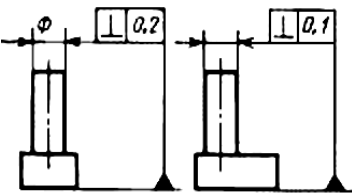
Указания предельных отклонений формы и расположения поверхностей (ГОСТ 2.308-2011)

Вид допуска	Указания допусков формы и расположения условным обозначением	Пояснение
Допуск прямолинейности		Допуск прямолинейности образующей конуса 0,01 мм
		Допуск прямолинейности оси отверстия $\varnothing 0,08$ мм (допуск зависимый)
Допуск плоскостности		Допуск плоскостности поверхности 0,1 мм
Допуск круглости		Допуск круглости вала 0,02 мм
		Допуск круглости конуса 0,02 мм

Продолжение табл. 4.10

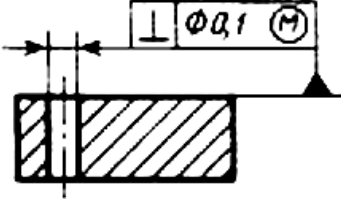
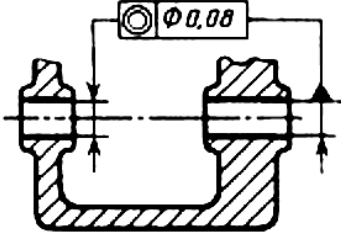
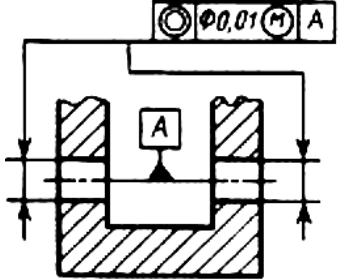
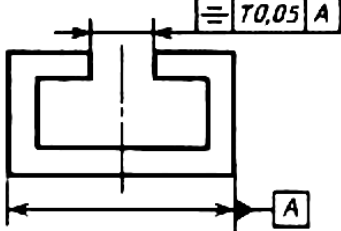
Вид допуска	Указания допусков формы и расположения условным обозначением	Пояснение
Допуск цилиндричности		Допуск цилиндричности вала 0,04 мм
		Допуск цилиндричности вала 0,01 мм на длине 50 мм. Допуск круглости вала 0,004 мм
Допуск профиля продольного сечения		Допуск профиля продольного сечения вала 0,1 мм
Допуск параллельности		Допуск параллельности поверхности относительно поверхности А 0,02 мм
		Допуск параллельности оси отверстия относительно основания 0,05 мм

Продолжение табл. 4.10

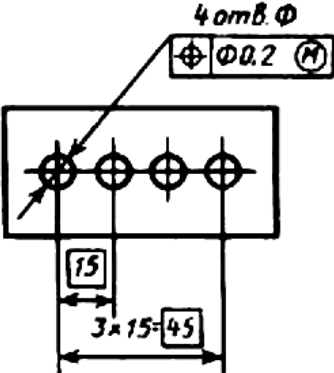
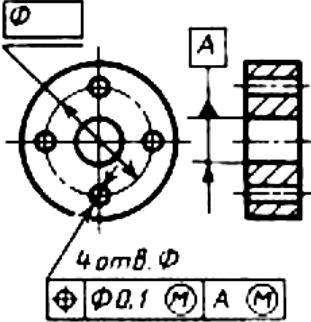
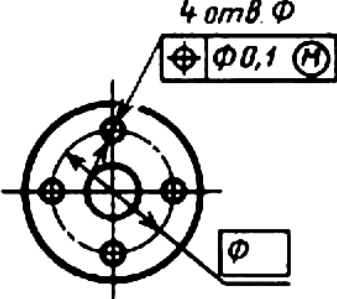
Вид допуска	Указания допусков формы и расположения условным обозначением	Пояснение
		<p>Допуск параллельности осей отверстий в общей плоскости 0,1 мм.                  Допуск перекоса осей отверстий 0,2 мм.                  База – ось отверстия А</p>
Допуск перпендикулярности		<p>Допуск перпендикулярности поверхности относительно поверхности А 0,02 мм</p>
		<p>Допуск перпендикулярности оси отверстия относительно оси отверстия А 0,06 мм</p>
		<p>Допуск перпендикулярности оси выступа относительно поверхности А <math>\phi</math> 0,02 мм</p>
		<p>Допуск перпендикулярности оси выступа в поперечном направлении 0,2 мм, в продольном направлении 0,1 мм.                  База – основание</p>

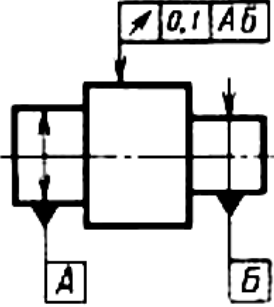
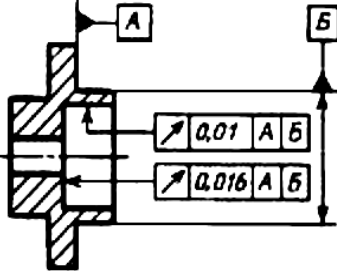
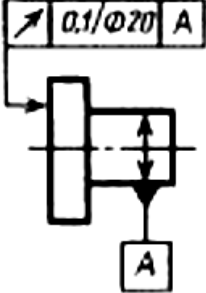


Продолжение табл. 4.10

Вид допуска	Указания допусков формы и расположения условным обозначением	Пояснение
Допуск перпендикулярности		Допуск перпендикулярности оси отверстия относительно поверхности $\varnothing 0,1$ мм (допуск зависимый)
Допуск соосности		Допуск соосности отверстия относительно отверстия $\varnothing 0,08$ мм
		Допуск соосности двух отверстий относительно их общей оси $\varnothing 0,01$ мм (допуск зависимый)
Допуск симметричности		Допуск симметричности паза Т $0,05$ мм. База – плоскость симметрии поверхностей А

Продолжение табл. 4.10

Вид допуска	Указания допусков формы и расположения условным обозначением	Пояснение
<p>Позиционный допуск</p>		<p>Позиционный допуск осей отверстий <math>\varnothing 0,2</math> мм (допуск зависимый)</p>
		<p>Позиционный допуск осей четырех отверстий <math>\varnothing 0,1</math> мм (допуск зависимый). База – ось отверстия А (допуск зависимый)</p>
<p>Позиционный допуск</p>		<p>Позиционный допуск четырех отверстий <math>\varnothing 0,1</math> мм (допуск зависимый)</p>

Вид допуска	Указания допусков формы и расположения условным обозначением	Пояснение
Допуск радиального биения		Допуск радиального биения поверхности относительно общей оси поверхностей А и Б 0,1 мм
		Допуск радиального биения отверстия 0,01 мм. Первая база – поверхность А. Вторая база – ось поверхности Б. Допуск торцового биения относительно тех же баз 0,016 мм
Допуск торцового биения		Допуск торцового биения на диаметре 20 мм относительно оси поверхности А 0,1 мм

Рабочие чертежи деталей выполняют на форматах А3 или А4. В исключительных случаях допускается вычерчивать детали на больших форматах. Основную надпись и дополнительную графу, как и для сборочного чертежа, помещают на каждом листе.

#### 4.6. Технические требования и техническая характеристика

На каждом чертеже должны быть изложены технические требования необходимые для изготовления изделия (детали, сборочной единицы), а на сборочных чертежах, при необходимости, может быть указана техническая характеристика.

Технические требования излагают, группируя вместе однородные и близкие по своему характеру требования, по возможности в такой последовательности:

- требования, предъявляемые к материалу, заготовке, термической обработке и к свойствам материала готовой детали (электрические, магнитные, диэлектрические, твердость, влажность, гигроскопичность и т. п.), указания материалов-заменителей;

- размеры, предельные отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, массы и т. п.;

- требования к качеству поверхностей, указания об их отделке, покрытии;

- зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;

- требования, предъявляемые к настройке и регулированию изделия;

- другие требования к качеству изделий, например бесшумность, виброустойчивость, самоторможение и т. д.;

- условия и методы испытаний;

- указания о маркировании и клеймении;

- правила транспортирования и хранения;

- особые условия эксплуатации;

- ссылки на другие документы, содержащие технические требования, распространяющиеся на данное изделие, но не приведенные на чертеже.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт записывают с новой строки. Заголовок «Технические требования» не пишут. В случае, если необходимо указать техническую характеристику изделия, ее размещают отдельно от технических требований, с самостоятельной нумерацией пунктов, на свободном поле чертежа под заголовком «Техническая характеристика». При этом над техническими требованиями помещают заголовок «Технические требования». Оба заголовка не подчеркивают.

## 5. ТЕКСТОВАЯ ЧАСТЬ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ КОНСТРУКТОРСКИХ ПРОЕКТОВ

Текст основной части РПЗ разделяют на разделы, подразделы, номенклатура и последовательность изложения которых зависят от темы дипломного проекта.

В первом разделе, посвященном обоснованию темы дипломного проекта, на основании анализа патентных и литературных источников и материалов преддипломной практики обосновывается, в зависимости от темы проекта, выбор принципиальной схемы и исходных параметров проектируемого объекта, оптимального варианта технологического процесса восстановления деталей.

Если тема проекта посвящена созданию или модернизации машины, в первом разделе на основе анализа конструкции и данных об эксплуатации машины выявляются ее недостатки, формулируются требования к проектируемому варианту машины. Описание сопровождается кинематическими схемами, эскизами отдельных узлов. Первый раздел может включать следующие подразделы:

- назначение и область применения машины;
- обзор и анализ существующих конструктивных решений;
- разработка принципиальной схемы и описание конструкции проектируемой машины;
- обоснование исходных параметров проектируемой машины (масса, тип, размеры и геометрия рабочего органа, рабочие скорости, мощность двигателя и т. д.).

Во втором разделе, содержащем расчет основных параметров, могут быть подразделы, посвященные выбору материалов и обоснованию основных параметров, тяговый или кинематический расчеты, определение производительности, расчет элементов гидропривода, расчет на прочность и долговечность, а также подраздел, посвященный метрологии и стандартизации.

На изготовление металлоконструкций строительных, дорожных и подъемно-транспортных машин расходуется значительное количество металла. Общими предпосылками выбора материала металлоконструкций является эксплуатационная надежность, технологичность и экономичность. От свойств металлоконструкции зависит долговечность и надежность механизмов и машины в целом. Применение современных конструкционных высокопрочных сталей

(табл. 5.1) позволяет существенно повысить грузоподъемность стреловых кранов и кранов-манипуляторов без увеличения их массы, а также создать автоподъемники с большой высотой позиционирования рабочего оборудования. Преимущество новых конструкционных материалов заключается в обеспечении высокого уровня показателей пластичности, свариваемости, пределов прочности и текучести.

Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации принят межгосударственный стандарт ГОСТ 32578-2013 [6], который устанавливает минимальные требования, предъявляемые на стадии проектирования к материалам металлических конструкций грузоподъемных кранов всех типов для предотвращения их хрупкого разрушения в условиях эксплуатации.

Требования стандарта распространяются на стальной прокат, стальные поковки и отливки, применяемые в металлических конструкциях.

Требования ГОСТ 32578-2013 распространяются также и на вспомогательные элементы, привариваемые непосредственно к основным конструкциям.

Согласно ГОСТ 32578 основными факторами, которые должны быть учтены при выборе материала для сварной металлической конструкции с целью защиты ее от возможного хрупкого разрушения, являются минимально допустимая температура эксплуатации, толщины элементов, уровень концентрации напряжений и максимальные значения номинальных напряжений.

В соответствии с ГОСТ 32578 деление узлов по группам концентрации напряжений производится следующим образом (табл. 5.2):

- к I группе относятся узлы, изготовленные без применения сварки;
- к II группе относят узлы, содержащие стыковые сварные соединения, а также продольные сварные соединения с угловыми швами;
- к III группе относят все остальные узлы.

Если в проекте имеется исследовательская часть, то в случае ее большого объема, по согласованию с руководителем проекта, может быть сокращен объем расчетной части второго раздела.

В третьем, технологическом разделе РПЗ разрабатывается технологический процесс изготовления детали или технологический процесс восстановления (ремонта) изделия.

Таблица 5.1

Механические свойства листового проката  
высокопрочных сталей

Марка стали Фирма-изготовитель (страна)	Толщина листа t, мм	Предел текучности (min)		Предел прочности	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость (КСУ), Дж/см <sup>2</sup> , при температуре испытания		Технические условия
		МПа				-40 °С	-60 °С	
CPC 700 ОАО «Северсталь» (Россия)	4-6	700 (для t ≤ 8 мм)	750-930	12	29	29	-	СТО 00186217- 191-2012
		680 (для t > 8 мм)						
WELDOX 700E SSAB (Швеция)	5-20	700	780-930	14	27	-	-	ТУ 4835-022- -04637473-2010
WELDOX 960E SSAB (Швеция)	5-30	960	980-1150	12	27	-	-	ТУ 4835-022- -04637473-2010
	4-4,9							
WELDOX 1100E SSAB (Швеция)	5-25	1100	1250-1550	8	27	-	-	ТУ 4835-033- -04637473-2010
	4-4,9							
WELDOX 1100 F SSAB (Швеция)	5-25	1100	1250-1550	8	-	-	-	ТУ 4835-033- -04637473-2010
	3-50							
Alform 700 M Voestalpine Anar- Beitung GmbH (Австрия)	3-50	700 (для 3 ≤ t < 8)	750-930	14	27	-	-	ТУ 4835-12 -04637473-2008
		680 (для 8 ≤ t ≤ 10)						
		700 (для 10 < t ≤ 15)						
		680 (для 15 < t ≤ 50)						

Марка стали Фирма-изготовитель (страна)	Толщина листа t, мм	Предел текучести (min)	Предел прочности	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость (КСУ), Дж/см <sup>2</sup> при температуре испытания		Технические условия
					-40 °С	-60 °С	
<b>Optim 650 MC</b> Ruukki Rus (Финляндия)	2,5-10	650	700-860	15	29	-	TU 4835-039- -04637473-2011
<b>Optim 700 MC</b> Ruukki Rus (Финляндия)	3-10	700	750-930	15	29	-	TU 4835-038- -04637473-2011
<b>Optim 700 QL</b> Ruukki Rus (Финляндия)	12-40	690	770-940	14	29	-	TU 4835-037- -04637473-2011
<b>Optim 700 MCPlus</b> Ruukki Rus (Финляндия)	5-12	700	750-930	15	-	40	TU 4835-040- -04637473-2011
<b>Domex 650 MC</b> SSAB (Швеция)	2-10	650	700-880	12 (для t < 3 мм)	27	-	TU 4835-020 -04637473-2010
				14 (для t ≥ 3 мм)			
<b>Domex 700 MC</b> SSAB (Швеция)	2-10	700	750-950	10 (для t < 3 мм)	27	-	TU 4835-016- -04637473-2009
				12 (для t ≥ 3 мм)			
<b>Domex 590 MC</b> SSAB (Швеция)	3-10	590	650	15	27	-	TU 4835-021- -04637473-2010
<b>Domex 640 XP</b> SSAB (Швеция)	2-10	640	700	15	27	-	TU 4835-019- -04637473-2010



Окончание табл. 5.1

Марка стали Фирма-изготовитель (страна)	Толщина листа t, мм	Предел текучести (min)	Предел прочности	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость (КСУ), Дж/см <sup>2</sup> при температуре испытания		Технические условия
					-40 °С	-60 °С	
<b>Domex 460 MC</b> SSAB (Швеция)	4-12	460	520-670	19	27	-	TU 4835-041- -04637473-2012
<b>Laser 420 MC</b> RuukkiRus (Финляндия)	4-10 широко- полосный 10-25 толстоли- стовой	420	490-590	21	29	-	TU 4835-031- -04637473-2010
<b>Supralisim 690 QL</b> Arcelor-Mittal (Бельгия-Франция)	4-60	690 (для $t \leq 10$ ) 690 (для $10 < t \leq 50$ ) 650 (для $50 < t \leq 100$ )	760-940 770-940 760-930	14	27	-	TU 4835-042- -04637473-2013

*Примечания.*

<sup>\*)</sup> Для образцов толщиной менее 10 мм работа удара уменьшается пропорционально площади поперечного сечения.

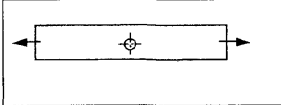
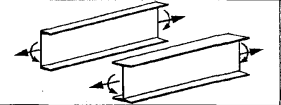
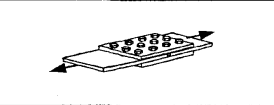

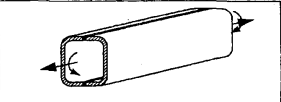
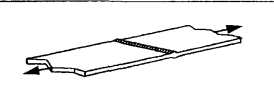
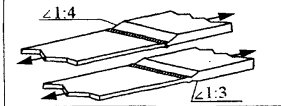
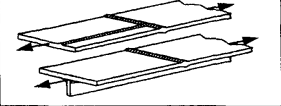

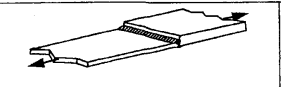

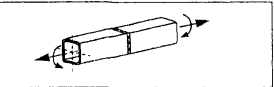
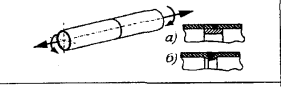
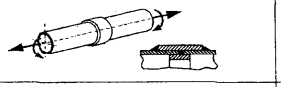
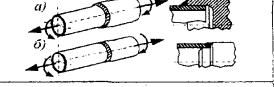


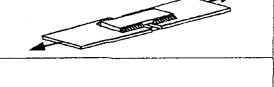
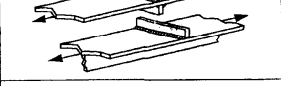
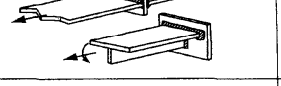
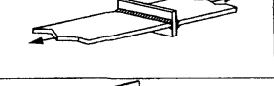
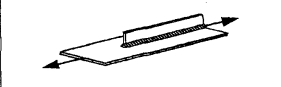
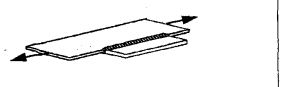
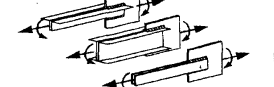
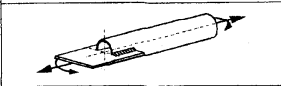
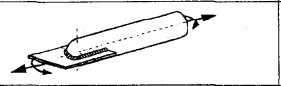
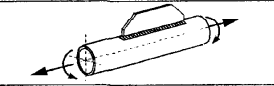

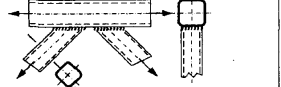
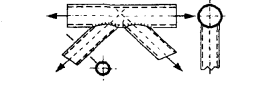
<sup>\*\*)</sup> При толщине 8-10 мм минимальная величина предела текучести может быть ниже на 20 МПа.

<sup>\*\*\*)</sup> При толщине 8-12 мм минимальная величина предела текучести может быть ниже на 20 МПа.

<sup>\*\*\*\*)</sup> Для сталей Optim 650 MC, Optim 700 MC и Optim 700 MC Plus предел текучести гарантируется для образцов, вырезанных вдоль и поперек прокатки.

Таблица 5.2

Идентификация узлов по уровню концентрации напряжений

Примеры узлов I группы		
		
Примеры узлов II группы		
		
		
Примеры узлов III группы		
		
		
		
		
		
		
		

## **5.1. Проектирование технологических процессов механической обработки деталей и сварки**

Как правило, выбирают деталь средней сложности, процесс изготовления которой включает 5–7 операций.

Последовательность разработки техпроцесса следующая:

- исходные данные и анализ технологичности;
- выбор технологических баз;
- разработка маршрута;
- расчет режимов и нормирование операций;
- оформление технологической документации.

### ***5.1.1. Исходные данные и анализ технологичности детали***

Здесь необходимо поместить чертеж детали и технические требования к ней, привести характеристики материала детали, описать ее служебное назначение.

### ***5.1.2. Выбор метода получения заготовки***

Выбор метода получения заготовки определяется конфигурацией детали, ее массой, материалом, объемом выпуска и экономичностью изготовления. Окончательное решение может быть принято на основании сравнительного расчета себестоимости различных вариантов получения заготовок [5, 7]. В проекте достаточно сравнить два варианта, согласовав их с руководителем.

### ***5.1.3. Выбор технологических баз***

Прежде чем приступить к составлению технологического процесса, необходимо ознакомиться с системой простановки размеров на чертеже, определяющих взаимное расположение обрабатываемых поверхностей. Простановка размеров на чертеже в значительной степени предопределяет выбор установочных баз и последовательность обработки, так как в первую очередь обрабатывают те поверхности, от которых определяется большое число других поверхностей.

Базы, опорные и зажимные элементы приспособлений должны обеспечивать надежность закрепления заготовки, удобство ее установки и снятия с приспособления и подвода инструмента.

При выборе технологических баз необходимо руководствоваться следующими положениями:

а) технологическая база должна быть обработана с точностью, обеспечивающей получение деталей требуемого качества. Точность обработки базовых поверхностей должна быть в 2–3 раза выше точности обработки тех поверхностей, которые обрабатываются от этих баз;

б) технологические базы по возможности должны являться одновременно конструкторскими, а также измерительными базами;

в) при необходимости особенно точно выдержать допуск на расположение обрабатываемой поверхности, в качестве установочных необходимо выбирать те поверхности, от которых должны выдерживаться заданные размеры, или обрабатывать их за один установ;

г) выбранные установочные базы не должны допускать деформаций детали, которые могут быть вызваны действием силы зажимов или усилий резания при простоте конструкции приспособления;

д) при обработке поверхности, выбранной в качестве технологической базы, следует устанавливать деталь по поверхности, которая остается черновой в окончательно обработанной детали. Если таких поверхностей несколько, то деталь устанавливают по той из них, которая должна иметь наименьшее смещение. При обработке базовой поверхности детали со всех сторон ее установка производится по той поверхности, которая имеет наименьший припуск на обработку. Вся дальнейшая обработка ведется от обработанных базовых поверхностей.

В РПЗ необходимо привести схемы базирования для всех операций.

#### ***5.1.4. Разработка маршрута механической обработки деталей***

При разработке технологического маршрута необходимо изучить типовые процессы изготовления деталей соответствующего класса [8]. Обработка должна начинаться с поверхности, которая будет являться технологической базой для установки детали в процессе ее изготовления, причем обработка поверхности должна выполняться с такой точностью (по линейным размерам и геометрической форме), которая обеспечила бы необходимую точность установки детали при дальнейших операциях. Порядок чередования последующих операций механической обработки должен быть обратным их точ-

ности, т. е. обработка должна начинаться с операций наиболее грубых, главным образом связанных со снятием корки, после чего надлежит переходить к операциям чистовым и заканчивать обработку отделочными и доводочными операциями.

Разработанный маршрут заносят в маршрутную карту (ГОСТ 3.1118-82) [9].

Следующий этап – разработка намеченных операций. Необходимо уточнить содержание операции, установить последовательность переходов, рассчитать режимы обработки, выбрать оборудование. Рекомендации по разработке операций в [10].

Формы и правила оформления технологических документов общего назначения: титульного листа, технологической инструкции и карты эскизов приведены в ГОСТ 3.1105-2011 [11].

### ***5.1.5. Разработка технологического процесса сварки***

Технологические операции при производстве сварных конструкций можно классифицировать следующим образом:

- заготовительные операции;
- транспортные операции;
- сборочные операции;
- сварочные операции;
- контрольные операции;
- специальные операции (просушка, предварительный и (или) сопутствующий подогрев и др.).

Сварка расчетных металлоконструкций, элементов грузоподъемных кранов и контроль качества сварных соединений должен выполняться в соответствии с требованиями Правил [12], государственных и межгосударственных стандартов и других ТНПА.

При разработке комплекта документов на единичный технологический процесс сварки правила записи операций и переходов устанавливает ГОСТ 3.1705 [13].

## **5.2. Проектирование технологических процессов восстановления (ремонта) изделий**

Технологический процесс восстановления детали должен оформляться в полном соответствии с действующими стандартами ЕСТД

и требованиями других стандартов. Термины и определения в области технологических процессов, установленные ГОСТ 3.1109-82 [14], обязательны для производственных и учебных документов.

Комплект документов на технологический процесс восстановления детали в дипломном проекте должен включать:

- 1) титульный лист, форма 2 ГОСТ 3.1105-2011 [11];
- 2) маршрутную карту (МК), форма 1 и 1б ГОСТ 3.1118-82 [9];
- 3) карты эскизов (КЭ) механической обработки, форма 2 или 3 и 2а ГОСТ 3.1404-86 [10], операционной карты наплавки Р 50-60-88, Приложение 7 [15];
- 4) карты эскизов (КЭ), форма 7 и 7а ГОСТ 3.1105-2011 [11].

Ремонтный чертеж детали (сборочной единицы) должен соответствовать ГОСТ 2.604-2000 [16].

На ремонтных чертежах указывают только те размеры, предельные отклонения, натяги, зазоры, которые должны быть выполнены и проверены при ремонте изделия.

На ремонтных чертежах изображают только те виды, разрезы, сечения, которые необходимы для ремонта изделия.

На ремонтных чертежах предельные отклонения линейных размеров указывают, как правило, числовыми значениями, например  $\phi 18^{+0,018}$ ,  $\phi 12_{-0,059}^{-0,032}$ , или условными обозначениями с последующим указанием в скобках их численных значений, например  $\phi 18 H7^{(+0,018)}$ ,  $\phi 12 e8\left(\begin{smallmatrix} -0,032 \\ -0,059 \end{smallmatrix}\right)$ .

На ремонтных чертежах поверхности, подлежащие обработке при ремонте, выполняют сплошной (толстой) основной линией, остальные части изображения – сплошной тонкой линией.

Если у отдельных элементов ремонтируемого изделия меняется конфигурация, то измененную часть показывают сплошной основной линией, а неизменную часть – сплошной тонкой линией.

На ремонтных чертежах в сопряженных изделиях с категориальными размерами сохраняется характер сопряжения (кавалитет точности, посадки, шероховатости и др.) предусмотренный в рабочих чертежах.

Если при ремонте изделия в него вводят одну или несколько деталей (втулку, стопор и т. п.) или деталь при ремонте заменяют сборочной единицей, аналогичной детали (т. е. состоящей из несколь-

ких составных частей), то ремонтный чертеж выполняют как сборочный.

Ремонтную спецификацию выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.604-2000 [16] и ГОСТ 2.106 [17]. Ремонтную спецификацию допускается выполнять на поле чертежа на каждый вид изделия.

Обозначение ремонтного чертежа, спецификации и других документов, получают введением в обозначение этих документов кода «Р» (ремонтный).

Ремонтный чертеж с несколькими категориальными размерами для одной поверхности обозначают добавлением к этому обозначению дроби, в числителе которой стоит буква «Р» и цифра, соответствующая второй или третьей и т. д. категории ремонтного размера, например АБВГ.7116761.011 $\frac{P1}{P2}$ .

Надписи, технические требования и таблицы на ремонтных чертежах выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.316 [18].

## **6. ТЕКСТОВАЯ ЧАСТЬ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ**

Тематика дипломных проектов по эксплуатации СДМ и ПТМ включает в себя решение следующих основных задач:

- 1) проектирование технологических процессов технического диагностирования агрегатов и систем СДМ и ПТМ;
- 2) совершенствование технологических процессов ТО и ремонтов СДМ и ПТМ, включая и проектирование баз механизации;
- 3) совершенствование технического сервиса СДМ и ПТМ;
- 4) разработка передвижных технических средств для проведения диагностики, ТО и ремонта СДМ и ПТМ.

## **7. ТРЕБОВАНИЯ ТИПА ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ**

В соответствии с ТР ТС 010/2011 [19] при разработке машин и оборудования должны быть идентифицированы возможные виды опасности на всех стадиях жизненного цикла. Целью идентификации опасности является установление перечня опасностей, опасных ситуаций и опасных событий, что дает возможность описать возможные сценарии несчастных случаев, относительно того, как и когда опасная ситуация может привести к причинению вреда.

Для идентифицированных видов опасности должна проводиться оценка риска расчетным, экспериментальным, экспертным путем или по данным эксплуатации аналогичных машин. Только после идентификации опасности можно предпринимать действие по снижению рисков, связанных с этой опасностью.

При разработке (проектировании) машин и оборудования должен определяться и устанавливаться допустимый для них риск. При этом уровень безопасности, соответствующий установленному риску обеспечивается:

- полнотой научно-исследовательских работ и опытно-конструкторских работ;
- проведением комплекса необходимых расчетов и испытаний, основанных на проверенных в установленном порядке методиках;
- выбором материалов и веществ в зависимости от параметров и условий эксплуатации;
- установлением проектантом критериев предельных состояний;
- установлением проектантом назначенных сроков службы, назначенных ресурсов, сроков технического обслуживания, ремонта, утилизации;
- выявлением всех опасностей, связанных с возможным предсказуемым неправильным использованием машин и оборудования;
- ограничением в использовании машин и оборудования.

При изготовлении машин и оборудования должна быть обеспечена возможность контроля выполнения всех технологических операций, от которых зависит безопасность.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инструкция о порядке организации, проведения дипломного проектирования и требования к дипломным проектам (дипломным работам), их содержанию и оформлению, обязанности руководителя, консультанта, рецензента дипломного проекта (дипломной работы), БНТУ, приказ № 105 от 27.01.2014 г.

2. Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие / М. Ф. Пашкевич [и др.]; под ред. М. Ф. Пашкевича. – Минск: Изд-во Гревцова, 2010. – 400 с.: ил.

3. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – ГОСТ 7.1-2003.

4. ЕСКД. Форматы. – ГОСТ 2.301-68.

5. Технология машиностроения. Курсовое проектирование: учебное пособие / М. М. Кане [и др.]; под ред. М. М. Кане, В. К. Шелега. – Минск: Выш. шк., 2013. – 311 с.

6. Краны грузоподъемные. Металлические конструкции. Требования к материалам. – ГОСТ 32578-2013.

7. Технология машиностроения. Сборник задач и упражнений: учебное пособие / В. И. Аверченков [и др.]; под общ. ред. В. И. Аверченкова и Е. А. Польского. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: ИНФРА – М, 2010. – 288 с.

8. Справочник технолога / А. А. Панов [и др.]. – М.: Мишиностроение, 2004. – 784 с.

9. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления маршрутных карт. – ГОСТ 3.1118-82.

10. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием. – ГОСТ 3.1404-86.

11. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения. – ГОСТ 3.1105-2011.

12. Правила по обеспечению промышленной безопасности грузоподъемных кранов / Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – Минск: Беларуская навука, 2019. – 223 с.

13. Единая система технологической документации. Правила записи операций и переходов. Сварка. – ГОСТ 3.1705-81.

14. Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий. – ГОСТ 3.1109-82.

15. Рекомендации. Единая система технологической документации. Правила оформления документов на технологические процессы ремонта. – Р 50-60-88. Приложение 7.

16. Единая система конструкторской документации. Чертежи ремонтные. Общие требования. – ГОСТ 2.604-2000.

17. ЕСКД. Текстовые документы. – ГОСТ 2.106-96.

18. ЕСКД. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения. – ГОСТ 2.316-2008.

19. Технический регламент таможенного союза. О безопасности машин и оборудования. – ТР ТС 010/2011.

## Приложение А

Заведующему кафедрой  
«Механизация и автоматизация  
дорожно-строительного комплекса»

Вавилову А. В.

*(фамилия, инициалы зав. кафедрой)*

обучающегося по специальности  
1-36 11 01 «Подъемно-транспортные,  
строительные, дорожные машины  
и оборудование» \_\_\_\_\_ формы

*(дневной, заочной)*

получения образования

группы 11402116

Петрова Максима Леонидовича

*ФИО (полностью и разборчиво)*

### з а я в л е н и е

Прошу утвердить тему дипломного проекта: Модернизация по-  
лукозлового крана грузоподъемностью 5 т.

Руководитель дипломного проекта доцент, к.т.н., доцент Иванов  
В.И.

*(указать: должность, уч. степень, уч. звание, фамилия, инициалы)*

20.11.2020 г.

*(дата)*

п/п \_\_\_\_\_

*(подпись)*

Согласен « 20 » \_\_\_\_\_ 11 \_\_\_\_\_ 2020 г.

п/п \_\_\_\_\_

*(подпись)*

## Приложение Б

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ А.В. Вавилов

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

### ЗАДАНИЕ

на преддипломную практику студенту факультета транспортных коммуникаций  
по специальности 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные,  
дорожные машины и оборудование»

Студент **Петров Максим Леонидович**

Тема дипломного проекта **«Модернизация полукозлового крана грузоподъемностью 5 т»**

Место практики ОАО «Строймаш», г. Минск.

Срок практики с 02.02.2021 по 01.03.2021

Основная цель, которая должна быть достигнута в период практики освоение и закрепление знаний и умений студентом, полученных в БНТУ по всему курсу обучения, проверка возможностей самостоятельной работы в условиях производства и сбор материалов для выполнения дипломного проекта.

Задачи по сбору материала для дипломного проекта:

*- по общим вопросам планируемой темы*

1 Изучить назначение полукозловых кранов.

2 Изучить конструкцию полукозлового крана грузоподъемность 5 т производства ОАО «Строймаш», г. Минск».

3 Изучить требования технических нормативных правовых актов (ТНПА) (Правила по обеспечению промышленной безопасности грузоподъемных кранов, ГОСТ 27584-88 Краны мостовые и козловые электрические, ТР ТС 010/2011 О безопасности машин и оборудования и др.) на модернизацию грузоподъемных кранов.

*- по технологической части*

1 Подобрать деталь (сборочную единицу) полукозлового крана для разработки технологического процесса ее изготовления.

*- по организационно - управленческим вопросам*

1 Изучить организационную структуру ОАО «Строймаш», г. Минск.

2 Ознакомиться с должностными обязанности специалиста, ответственного за содержание грузоподъемных кранов в исправном состоянии.

*- по экономике предприятия (показатели, необходимые для сравнения с принятыми в проекте решениями) собрать данные для технико-экономического обоснования целесообразности модернизации полукозлового крана грузоподъем-*

ностью 5 т (стоимость полукозлового крана, стоимость оборудования, узлов и материалов и др., необходимых для модернизации крана).

**- по вопросам охраны окружающей среды**

Изучить какие мероприятия по охране окружающей среды проводит ОАО «Строймаш», при изготовлении продукции машиностроения.

**- по охране труда**

1 Изучить требования инструкции по охране труда для электросварщика.

2 Изучить требования инструкции по охране труда для слесаря механосборочных работ.

**- по специальной части**

1 Изучить технические характеристики полукозлового крана грузоподъемностью 5 т производства ОАО «Строймаш».

2 Изучить конструкции полукозловых кранов производителей ближнего и дальнего зарубежья.

3 Провести аналитический обзор научно-технической и патентной литературы по конструкциям полукозловых кранов.

4 Изучить требования ГОСТ 32578-2013 «Краны грузоподъемные, Металлические конструкции. Требования к материалам» к выбору материалов для металлоконструкций полукозлового крана.

5 Выбрать методики расчета основных элементов полукозловых кранов (металлоконструкций, механизмов передвижения крана и грузовой тележки).

Перечень чертежей, которые могут быть использованы в качестве первоосновы для дипломного проектирования

1 Сборочный чертеж (чертеж общего вида) полукозлового крана грузоподъемностью 5 т производства ОАО «Строймаш».

2 Сборочные чертежи узлов и механизмов полукозлового крана.

Руководитель дипломного проекта \_\_\_\_\_ В.И. Иванов  
(дата, подпись)

Задание получено \_\_\_\_\_ 01.02.2021  
(дата, подпись)

Заключение руководителя дипломного проекта о выполнении задания  
преддипломной практики

Дата \_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_

## Приложение В

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра «Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса»  
(наименование кафедры)

Утверждаю  
Заведующий кафедрой п/п А.В. Вавилов  
(подпись) (фамилия, инициалы)  
« 01 » 02 2021 г.

### Задание на дипломный проект

Обучающемуся (студенту, курсанту) Петрову М.Л.  
(фамилия, инициалы)

1. Тема дипломного проекта (дипломной работы) Модернизация полукозлового крана грузоподъемностью 5 т

Утверждена приказом руководителя учреждения высшего образования от \_\_\_\_\_ N \_\_\_\_\_

2. Исходные данные к дипломному проекту \_\_\_\_\_

Грузоподъемность – 5 т;

Высота подъема – 16 м;

Пролет – 12,5 м.

3. Перечень подлежащих разработке вопросов или краткое содержание расчетно-пояснительной записки \_\_\_\_\_

Анализ существующих конструкций полукозловых кранов. Выбор аналога.

Постановка задач модернизации крана.

Расчет механизмов крана.

Расчет металлоконструкции концевой балки.

Разработка технологической карты и операционных эскизов изготовления вала ведущего колеса крана.

Расчет экономической эффективности модернизации крана.

Разработка мероприятий по охране труда и технике безопасности при эксплуатации кранов.

4. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и графиков)

Чертеж общего вида крана – 1 л А1.

Механизм подъема. Сборочный чертеж – 2 л А1.

Механизм передвижения крана. Сборочный чертеж – 1 л А1.

Механизм передвижения тележки. Сборочный чертеж – 1 л А1.

Металлоконструкция концевой балки. Сборочный чертеж – 1 л А1.

Операционные эскизы изготовления вала – 1 л А1.

Результаты расчета экономической эффективности. Плакат 1 л А1.

5. Консультанты по дипломному проекту (дипломной работе) с указанием относящихся к ним разделов

Конструкторская часть Иванов В.И.

Технологическая часть Петров В.А.

Экономическая часть Сидоров А.Я.

Охрана труда Мартынов А.А.

6. Примерный календарный график выполнения дипломного проекта (дипломной работы)

Наименование этапов выполнения дипломного проекта, содержание расчетно-пояснительной записки, графического материала	Объем работы, %	Сроки (дата) выполнения этапа	Примечания (в т.ч. отметка руководителя (консультанта) о выполнении))
1. Анализ существующих конструкций кранов.			
Постановка задач модернизации.		01.03	выполнено
2. Конструкторская часть РПЗ.		02.05	выполнено
3. Технологическая часть.		15.05	выполнено
4. Экономическая часть.		20.05	выполнено
5. Охрана труда.		30.05	выполнено
6. Графическая часть.		03.06	выполнено

7. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

8. Срок сдачи законченного дипломного проекта 06.06.2021

Руководитель           п/п           Иванов В.И.  
(подпись) (инициалы, фамилия)

Подпись обучающегося           п/п          

Дата 01.02.2021

**Примеры записи использованной литературы**

1. Баландин, К. И. История Белорусского национального технического университета, 1920–2005 / К. И. Баландин, Г. А. Алдакушин, А. Т. Арбузов; под общ. ред. Б. М. Хрусталева. – Минск: БНТУ, 2006. – 231 с.: ил.
2. Вершинин, М. И. Электронный каталог: проблемы и решения: учебно-практическое пособие / М. И. Вершинин. – Санкт-Петербург: Профессия, 2007. – 231 с.
3. Галеева, И. С. Интернет как инструмент библиографического поиска: учебно-практическое пособие / И. С. Галеева; науч. ред. М. И. Вершинин. – Санкт-Петербург : Профессия, 2007. – 247 с. : ил.
4. Дулатова, А. Н. Информационная культура личности: учебно-метод. пособие / А. Н. Дулатова, Н. Б. Зиновьева. – Москва: Либерей-Бибинформ, 2007. – 172 с.
5. Дригайло, В. Г. Технология работы библиотеки: научно-практическое пособие / В. Г. Дригайло. – Москва: Либерей-Бибинформ, 2009. – 544 с.: ил.
6. Лапо, П. М. Электронные библиотеки в образовании / П. М. Лапо, И. А. Тавгень, кол. авт. Белорусский государственный университет. – Минск: Нацыянальная бібліятэка Беларусі, 2009. – 63 с. : ил.
7. Паршукова, Г. Б. Методика поиска профессиональной информации: учебно-методическое пособие для вузов / Г. Б. Паршукова. – Санкт-Петербург: Профессия, 2006. – 223 с.: ил.
8. Савина, И. А. Библиографическое описание документа: учебно-методические рекомендации / И. А. Савина; под ред. Н. Б. Зиновьева. – Санкт-Петербург: Профессия, 2007. – 269 с.
9. Сукиасян, Э. Р. Библиотечные каталоги: методические материалы / Э. Р. Сукиасян. – Москва: Профиздат, 2002. – 191 с.
10. Формирование информационной культуры личности в библиотеках и образовательных учреждениях / Н. И. Гендина [и др.]. – 2-е изд., перераб. – М.: Школьная библиотека, 2003 – 295 с.



## **Примеры записи стандартов, патентов и диссертаций**

### **Стандарты**

ГОСТ ИСО 5353-2003. Машины землеройные, тракторы и машины для с.-х. работ и лесоводства. Контрольная точка сиденья: межгосударственный стандарт / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Введ. 01.09.2003; взамен ГОСТ 27715-88 (ИСО 5353-78); Взамен ГОСТ 12791-90 – Минск: Госстандарт, 2003. – 8 с.

### **Патентные документы и диссертации**

Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК Н 04 В 1/38, Н 04 J : 13/00. Приемопередающее устройство / В.И. Чугаева; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. – № 200013736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23. – 7 с. : ил.

А.с. 1007970 СССР, МКИ В 25 J 15/00. Устройство для захвата неориентированных деталей типа валов / В.С. Ваулин, В.Г. Кемайкин (СССР). – № 3360585/25-08 ; заявл. 23.11.81 ; опубл. 30.03.83, Бюл. № 12. – 2 с. : ил.

Вишняков, И.В. Модели и методы оценки коммерческих банков в условиях неопределенности : дис. канд. экон. наук : 08.00.13 : защищена 12.02.02 : утв. 24.06.02 / И.В. Вишняков. – Москва, 2002. – 234 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....	4
1.1. Организация работ по выполнению дипломного проекта.....	4
1.2. Структура дипломного проекта .....	4
2. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	8
3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАЗДЕЛОВ ПРОЕКТА И РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ .....	10
3.1. Порядок составления шифра проекта.....	10
3.2. Требования к структуре расчетно-пояснительной записки.....	12
3.3. Общие требования к оформлению расчетно-пояснительной записки.....	12
3.4. Титульный лист и задание на проектирование.....	16
3.5. Требования к составлению реферата.....	17
3.6. Требования к составлению ведомости объема дипломного проекта .....	177
3.7. Требования к составлению оглавления .....	18
3.8. Требования к изложению введения .....	18
3.9. Требования к основной части проекта .....	19
3.10. Оформление таблиц .....	24
3.11. Оформление примечаний .....	26
3.12. Оформление иллюстраций .....	26
3.13. Оформление заключения .....	27
3.14. Ссылки и оформление списка использованной литературы .....	28
3.15. Требования к приложениям.....	29
4. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА .....	30
4.1. Общие сведения.....	30
4.2. Оформление графического материала технологического характера .....	34
4.3. Требования к оформлению конструкторской разработки .....	34

4.4. Порядок составления спецификации сборочного чертежа .....	49
4.5. Требования к оформлению рабочих чертежей деталей .....	54
4.6. Технические требования и техническая характеристика .....	68
5. ТЕКСТОВАЯ ЧАСТЬ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ КОНСТРУКТОРСКИХ ПРОЕКТОВ .....	69
5.1. Проектирование технологических процессов механической обработки деталей и сварки .....	75
5.2. Проектирование технологических процессов восстановления (ремонта) изделий .....	77
6. ТЕКСТОВАЯ ЧАСТЬ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ .....	79
7. ТРЕБОВАНИЯ ТНПА ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ .....	80
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	81
Приложение А .....	83
Приложение Б .....	84
Приложение В .....	86
Приложение Г .....	88

Учебное издание

**ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ,  
СТРОИТЕЛЬНЫЕ, ДОРОЖНЫЕ  
МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ,  
ЛИФТЫ И ПОДЪЕМНИКИ.  
ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Пособие для студентов специальности  
1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные,  
дорожные машины и оборудование»

Составители:

**ВАВИЛОВ** Антон Владимирович  
**ГАРОСТ** Митрофан Митрофанович  
**ЕРМАЛИЦКИЙ** Андрей Александрович [и др.]

Редактор *В. И. Акуленок*

Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 02.04.2021. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 5,35. Уч.-изд. л. 4,18. Тираж 100. Заказ 839.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.