

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ХАКАССКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ –
ФИЛИАЛ ФГАОУ ВПО «СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ПО НАПРАВЛЕНИЮ 15.03.05
«КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ»**

Методические указания

Абакан
ХТИ – филиал СФУ
2017

УДК 621:658.512(07)

ББК 34.4я73

В92

Составитель: Желтобрюхов Евгений Михайлович

В92 Выпускная квалификационная работа по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» [Электронный ресурс]: метод. указания / сост. Е. М. Желтобрюхов ; Сиб. федер. ун-т, ХТИ – филиал СФУ. – Электрон. текстовые дан. (0,36 МБ). – Абакан : ХТИ – филиал СФУ, 2017. – 1 файл. – Систем. требования : Internet Explorer 7 / Mozilla Firefox 3.5 / Opera 9 или выше ; скорости подключения к информ.-телекоммуникац. сетям – 10 Мбит/с ; надстройки к браузеру – Adobe Reader 9 / Foxit Reader 4.3.1.

Описаны цели и задачи выполнения выпускной квалификационной работы, структура и содержание расчетно-пояснительной записки и графической части выпускных квалификационных работ различной направленности; даны рекомендации по разработке и оформлению основных разделов ВКР и организации ее защиты.

Предназначено для студентов направления бакалавриата 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

УДК 621:658.512(07)

ББК 34.4я73

Учебное электронное издание

Редактор Н. Я. Бодягина

Компьютерная верстка Н. Я. Бодягина

Подписано к использованию 29.12.2017 г.

Редакционно-издательский сектор Хакасского технического института – филиала ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»
655017, Абакан, ул. Щетинкина, 27, тел. (3902)22-53-55, доб. 106

© ХТИ – филиал СФУ, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ЗАДАЧИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ	6
2. ТЕМАТИКА ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ	7
3. СОСТАВ И ОБЪЕМ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ	7
4. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ И НАУЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ.....	8
5. ЭТАПЫ, МЕТОДИКИ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ	9
5.1. Состав и структура выпускной работы.....	9
5.2. Исходная информация для разработки ВКР.....	11
5.3. Введение	11
5.4. Общая часть	12
5.5. Технологические процессы изготовления деталей (технологическая часть).....	17
5.5.1. Общие сведения.....	17
5.5.2. Анализ и разработка технических требований к деталям	18
5.5.3. Анализ технологичности конструкции деталей	19
5.5.4. Выбор заготовки и метода ее изготовления.....	21
5.5.5. Выбор вида технологического процесса	26
5.5.6. Выбор технологических баз и схем установки деталей.....	27
5.5.7. Выбор методов обработки поверхностей деталей	28
5.5.8. Маршрутный технологический процесс изготовления деталей..	30
5.5.9. Размерный анализ технологических процессов	32
5.5.10. Выбор методов и средств технического контроля качества деталей.....	36
5.5.11. Разработка технологических операций.....	37
5.5.12. Разработка технологического процесса сборки	39
<i>Рекомендуемая литература для выполнения технологической части проекта</i>	<i>40</i>
5.6. Конструкторская часть	43
5.6.1. Общие сведения.....	43
5.6.2. Проектирование станочных приспособлений	44
5.6.3. Проектирование контрольных приспособлений.....	53
<i>Рекомендуемая литература для выполнения конструкторской части проекта</i>	<i>54</i>
5.6.4. Проектирование специального режущего инструмента.....	56
<i>Рекомендуемая литература.....</i>	<i>63</i>
5.7. Организационный раздел ВКР.....	64
5.8. Экономический раздел ВКР	66
<i>Рекомендуемая литература для выполнения организационной и экономической части проекта</i>	<i>68</i>

6. ПРОВЕДЕНИЕ ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	69
6.1. Общие сведения.....	69
6.2. Разработка задания на проведение патентных исследований	71
6.3. Общая стратегия	72
6.4. Определение классификационных рубрик	72
6.5. Оформление результатов поиска	75
Список использованных источников:	75
7. ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ВКР С КОНСТРУКТОРСКОЙ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТЬЮ	75
7.1. Тематика ВКР	75
7.2. ВКР с конструкторским уклоном	77
7.2.1. <i>Содержание пояснительной записки</i>	77
7.2.2. Графическая часть работы	79
7.3. Научно-исследовательская ВКР	80
7.3.1. <i>Содержание и тематика ВКР</i>	80
7.3.2. <i>Содержание пояснительной записки</i>	81
7.3.3. <i>Графическая часть работы</i>	82
8. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ВКР ⁸²	
8.1. Общие правила	82
8.2. Оформление заголовков разделов	84
8.3. Оформление, расположение и нумерация формул	86
8.4. Оформление таблиц.....	88
8.5. Оформление рисунков (иллюстраций)	90
8.6. Оформление библиографических ссылок и списка использованных источников	91
8.7. Оформление приложений	96
8.8. Оформление графических материалов	97
8.9. Требования к обозначению работ.....	99
9. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ.....	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	106
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	107

ВВЕДЕНИЕ

Главной задачей высшего образования является подготовка высококвалифицированных специалистов, имеющих глубокие теоретические и профессиональные знания и стремящихся к постоянному расширению и обновлению приобретенных знаний.

Завершающим этапом обучения бакалавров является подготовка выпускной квалификационной работы (в форме бакалаврской работы), в процессе которой формируются и закрепляются теоретические знания студента, приобретается опыт самостоятельного решения практических задач, а в итоге обеспечивается требуемая степень подготовленности студента к инженерной деятельности. При этом необходимо руководствоваться требованиями сокращения сроков освоения новой техники и технологий, технического перевооружения производства, повышения уровня механизации и автоматизации, внедрения ресурсосберегающей техники и технологии и рационального использования сырья. Особое внимание при выполнении выпускной квалификационной работы должно быть уделено вопросам автоматизации конструкторского и технологического проектирования, программированию механической обработки с помощью ЭВМ, а также разработке мероприятий по сокращению ручного труда, принципам рациональной организации, механизации и автоматизации транспортных и погрузочно-разгрузочных работ в механосборочном производстве.

Как показывает опыт работы автора, студенты много времени тратят в ходе проектирования в вопросах установления последовательности работ, объектов и сроков проектирования, подбора литературы, правильного оформления расчетно-пояснительной записки, последовательности разработки и заполнения технологической документации, расчете режимов резания, нанесения условных графических обозначений и других вопросах оформления, что снижает качество проектов. Настоящие методические указания призваны облегчить работу студента при разработке и оформлении выпускной работы, высвободить время для творческой работы и повысить качество проектов.

1. ЗАДАЧИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Подготовка выпускной квалификационной работы (ВКР) является завершающим и наиболее активным этапом обучения в техническом вузе, в результате которого выявляется степень инженерной зрелости, свидетельствующей о готовности выпускника вуза к выполнению задач, которые встанут перед ним на производстве.

В соответствии с этим в процессе подготовки выпускной квалификационной работы бакалавра решаются в комплексе следующие основные задачи:

- расширение, систематизация и закрепление теоретических знаний студента и применение этих знаний для решения конкретных научных, технических, организационных и социально-экономических задач;
- развитие и закрепление навыков ведения самостоятельной работы, технического творчества и овладение методикой теоретико-экспериментального исследования при решении разрабатываемых в ВКР проблем и вопросов;
- выяснение профессиональной подготовленности студента к самостоятельной работе в условиях современного производства, развивающегося на основе научно-технического прогресса;
- определение степени социальной и психологической подготовленности бакалавра к деятельности по организации и управлению трудовым коллективом, умения проводить в жизнь принимаемые технологические решения.

ВКР студентов по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», выполняемые в форме бакалаврской работы, должны быть направлены на разработку и проектирование новых, более совершенных технологических процессов и средств технологического оснащения, обеспечивающих существенное повышение производительности труда, качества промышленной продукции, снижение ее себестоимости и материалоемкости, а также улучшение условий труда. Значительное внимание должно быть уделено техническому перевооружению машиностроительного производства, максимальному использованию возможностей техники, в том числе ЭВМ, автоматизированных систем управления (АСУ), элементов систем автоматизации проектирования (САПР) и программирования механической обработки с помощью ЭВМ, комплексной механизации и автоматизации технологических процессов, повышению культуры и экологичности производства.

2. ТЕМАТИКА ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ

Тематика ВКР должна быть актуальной и соответствовать современному уровню и перспективам развития науки и техники, а по своему содержанию отвечать задачам подготовки высококвалифицированных специалистов.

Темы ВКР подбираются выпускающей кафедрой с учетом реальных возможностей и перспектив развития баз производственной практики и, как правило, должны быть основаны на выполненных ранее курсовых работах, являясь развитием курсового проектирования. В каждой бакалаврской работе должен быть решен комплекс взаимосвязанных технологических, конструкторских, организационно-экономических вопросов, а в ряде случаев выполняются и самостоятельные исследования. Тематика работ должна создать возможность реального проектирования с решением актуальных практических задач с тем, чтобы материалы бакалаврской работы могли быть внедрены в производство. В то же время тематика должна быть достаточно разнообразной, чтобы студент мог выбрать тему в соответствии со своими индивидуальными склонностями.

Бакалаврские работы должны, как правило, включать элементы научного исследования теоретического, экспериментального или реферативного плана по теме работы. Такие исследования студенты выполняют в период работы в научных кружках и обществах, при прохождении производственных практик или непосредственно в процессе выполнения ВКР. Некоторые темы ВКР носят научно-исследовательский характер и являются логическим продолжением и развитием научных исследований, выполнявшихся студентами в порядке участия в госбюджетных и хоздоговорных НИР кафедр, в работах конструкторско-технологических бюро заводов и в НИИ, в студенческих конструкторских бюро и научных обществах и др.

3. СОСТАВ И ОБЪЕМ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ

ВКР состоит из расчетно-пояснительной записки (РПЗ) и графических материалов, содержащих решения технических, научных, организационных и экономических задач, установленных заданием на ВКР. Состав, объем и структурное построение работы зависят от типа и специфики темы. Распределение объемов работ подлежит конкретизации в задании на ВКР. Однако в работе должен быть решен во взаимной связи комплекс вопросов по конструированию, технологии, организации и экономике производства.

Объем РПЗ не должен, как правило, превышать 50–70 страниц машинописного текста. Графическая часть содержит обычно не менее 6–7 листов формата А1. Содержание РПЗ и графических материалов широко варьируется и зависит от типа работы, характера темы, числа студентов, разрабатывающих тему, и других факторов.

4. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ И НАУЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Работу студента над темой ВКР можно условно разделить на три последовательно выполняемых этапа.

1. Подготовительный этап. Осуществляется в основном в период производственной практики и заключается в сборе, изучении и систематизации исходной информации, необходимой для разработки ВКР.

Состав основных вопросов, подлежащих изучению, а также перечень материалов, собираемых в период производственной практики, приводятся в соответствующей программе, разработанной кафедрой. Эти материалы необходимы, прежде всего, для анализа базового производства, технико-экономической оценки новых технических, организационных и экономических решений, принимаемых в ВКР.

Качественная разработка темы работы невозможна без широкого использования современных достижений науки и техники, передового опыта отечественного и зарубежного машиностроения. Для этого подбирается и изучается отечественная и зарубежная научно-техническая и патентная информация. Этому вопросу студент должен уделить самое серьезное внимание во время производственной практики. В библиотеке и отделах базового предприятия следует тщательно изучить отраслевые методические и руководящие материалы, научно-технические разработки ведомственных проектных, технологических и научно-исследовательских организаций.

Подготовка к ВКР, особенно комплексной, начинается задолго до производственной практики. В частности, заслуживает внимания метод преемственности курсового проектирования и ВКР: сначала тема разрабатывается в объеме курсового проекта, в результате чего появляется первый вариант решения задачи; затем тема развивается, углубляется и доводится до реального варианта в ВКР. Иногда применяется метод повторного проектирования, когда студенты более поздних выпусков совершенствуют ранее выполненную ВКР, чтобы повысить степень реальности разработок, и может быть, даже обеспечить их внедрение в производство. Принцип преемственности особенно четко проявляется при выполнении ВКР научно-исследовательского харак-

тера, в которых часто продолжаютя и синтезируются НИР, выполненные студентами на младших курсах.

2. Разработка ВКР. В определенной последовательности детально решается комплекс технологических, конструкторских, научно-исследовательских, экономических, организационных и других задач в соответствии с темой и заданием на ВКР. При решении каждой задачи необходимо одновременно составлять РПЗ, в которой дается краткое обоснование принятых в проекте решений, и разрабатывать графический материал. Все разработки подлежат согласованию с руководителем проекта и соответствующими консультантами. Последовательность выполнения расчетных и графических разработок зависит от типа ВКР и особенностей темы. Однако она должна быть подчинена ряду общих требований.

Последовательность изложения материалов в РПЗ должна соответствовать ее типовому содержанию. В этой же последовательности обычно ведутся и все разработки по ВКР.

Работа над ВКР должна быть подчинена календарному графику, который разрабатывается кафедрой. Он включает перечень основных разработок, примерную трудоемкость каждой разработки (в процентах к объему всей работы), сроки выполнения отдельных этапов и работы в целом. Большое значение имеет и ежедневное планирование работы.

3. Оформление ВКР. На этом этапе окончательно дорабатываются и оформляются РПЗ и графический материал в соответствии с указаниями. После завершения работы над проектом его подписывают консультанты, руководитель проекта, лица, контролирующие соблюдение стандартов в проекте, и заведующий кафедрой.

5. ЭТАПЫ, МЕТОДИКИ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ

5.1. Состав и структура выпускной работы

ВКР бакалавров посвящаются решению достаточно узких, но актуальных для машиностроения вопросов. Чаще всего студентам предлагаются темы, связанные с разработкой технологических процессов механической обработки изделий, реконструкцией действующих цехов или участков, с проектированием новых автоматизированных участков, участков групповой сборки или обработки заготовок, автоматических линий и др.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать в работах с технологическим и конструкторским уклоном следующие основные разделы:

1. Титульный лист установленного образца.
2. Задание на ВКР на специальном бланке.
3. Аннотация выполняемого проекта (на русском и иностранном языках).
4. Содержание (оглавление).
5. Введение.
6. Общая часть.
7. Технологическая часть.
8. Конструкторская часть.
9. Научно-исследовательская часть.
10. Организационная часть.
11. Экономическая часть.
12. Патентные исследования.
13. Заключение.
14. Список литературы.
15. Приложения.

Состав и структурное построение РПЗ в основном должны соответствовать ее типовому содержанию. Однако приведенная последовательность и состав разработок не являются единственно возможными и подлежат коррекции в зависимости от задач и особенностей каждой темы ВКР.

Графический материал выпускной работы с развитой технологической частью оформляется на листах формата А1 и обычно включает следующие чертежи:

- анализ точности механической обработки деталей или сборки изделий, анализ технических условий на изделие, сборочные единицы или детали (1–2 листа);
- технологические эскизы сборки изделия или обработки деталей (2–3 листа);
- чертежи общих видов для технических проектов специальных станочных и контрольно-измерительных приспособлений (2–3 листа);
- чертежи общих видов для технических проектов специальных средств механизации и автоматизации технологических процессов сборки, механической обработки и контроля (1–2 листа);
- технологическую планировку цеха или участка (0,5–1 лист).

Графический материал включает результаты научно-исследовательской работы в виде графиков, диаграмм, схем или технических проектов специальных устройств, а также разработки по охране труда и окружающей среды и гражданской обороне. В ряде случаев целесообразно подготовить для демонстрации при защите работы один лист (плакат) с технико-экономическими показателями ВКР.

Этот примерный состав графических разработок конкретизируется в задании на ВКР руководителем.

5.2. Исходная информация для разработки ВКР

Исходная информация для разработки ВКР делится на три вида: базовая, руководящая и справочная.

Базовая информация содержится в задании на ВКР. Она включает следующие материалы:

- номенклатуру объектов производства;
- годовую программу выпуска объектов производства (в количественном, массовом или ценностном выражении);
- рабочие чертежи деталей и изделий с групповой и номерной спецификациями;
- технические условия на изготовление деталей и изделий, их термообработку, защитные и декоративные покрытия и окраску, сборку, испытания, консервацию, упаковку и др.

Руководящая и справочная информация включает материалы преддипломной практики, патентные материалы, стандарты всех уровней на технологические процессы и методы управления ими, оборудование и оснастку; документацию на перспективные технологические процессы; каталоги, номенклатурные справочники по средствам технологического оснащения; технологические нормативы по выбору и расчету режимов обработки, припусков и др. Подбор и изучение руководящей и справочной информации является одной из главных задач производственной практики.

5.3. Введение

Во введении к ВКР обосновывается актуальность разрабатываемой темы, ее значение для повышения эффективности производства и формулируются основные задачи, поставленные перед студентом.

Рекомендуется следующая схема построения введения:

- а) директивные указания и решения машиностроения, относящиеся к теме ВКР;
- б) основные требования научно-технического прогресса к объекту производства и технологии его изготовления;
- в) состояние и перспективы развития производства на базовом предприятии;
- г) обоснование актуальности разработки темы ВКР;
- д) основные задачи, решаемые в ВКР (для комплексного проекта – их исполнители).

При формулировании задач, решаемых в ВКР, особое внимание необходимо обращать на их практическую значимость, технико-экономическую эффективность и перспективность.

Объем введения, как правило, не должен превышать двух страниц рукописного текста.

5.4. Общая часть

В данном разделе описывается не только общая задача, для решения которой предназначен объект, но и все дополнительные условия и требования, качественно уточняющие и конкретизирующие ее. В этом же разделе может приводиться краткая история развития конструкции.

Общая часть должна содержать следующие моменты:

1. Конструкторско-технологическая характеристика объекта производства:

- общая характеристика объекта производства;
- конструкторско-технологическая классификация и кодирование объекта производства;
- важнейшие требования к узлу и деталям, определяющие качество их работы в машине;
- целесообразность и технологичность принятых конструктивных решений;
- анализ размерных цепей и технических требований к изготовлению узлов и детали.

2. Определение типа производства:

- определение коэффициента серийности, такта изготовления и сборки;
- расчет количества деталей в сборке;
- обоснование возможности применения установленного в работе типа производства и его основные особенности (применяемое оборудование и оснастка, квалификация работы и т. д.).

Служебное назначение и техническая характеристика объектов производства должна содержать описание объекта производства, под которыми понимается машина в целом. Например, если темой ВКР является механосборочный цех по производству мостов автомобиля, то объектом производства считается автомобиль данной модели. Сборочная единица (в данном случае мост автомобиля) именуется в настоящем пособии изделием. В некоторых случаях понятия «объект производства» и «изделие» могут совпадать. Например, если темой ВКР является цех сборки станков различных моделей, то каждый станок рассматривается как объект производства и одновременно как изделие.

Производственная программа проектируемого цеха, участка или линии характеризуется номенклатурой и годовой программой объектов производства и указывается в задании на проектирование с учетом перспективы развития завода – базы преддипломной практики студента. В период преддипломной практики студент должен на основе тщательного изучения и анализа рабочих чертежей изделий, сборочных единиц и деталей установить необходимый объем производства запас-

ных частей и уточнить исходные данные задания, т. е. определить годовую программу выпуска изделий в натуральных единицах (штуки, комплекты), стоимостных (рублях) или в единицах массы (т, кг).

Результаты этого уточнения представляют в РПЗ в табличной форме. При значительной номенклатуре изделий программа разрабатывается только на изделия-представители, на которые имеются полные исходные данные: рабочие чертежи, технические условия, спецификации.

При проектировании механического цеха или участка производственная программа выпуска изделий может представляться в двух видах: укрупненном и подетальном.

При проектировании механосборочного цеха или участка разрабатывается укрупненная, поузловая и подетальная программы выпуска изделий. При проектировании автоматической линии производственная программа выпуска изделий представляется в виде поузловой или подетальной программы.

Производственная программа нового или реконструируемого цеха (участка) включает только товарную продукцию. Программа выпуска запасных частей принимается в процентах от основной программы на основании действующих норм расхода запасных частей (на основе опыта базового предприятия) или устанавливается заданием на выполнение ВКР.

Серийность производства на данном этапе проектирования определяется ориентировочно. При проектировании механических цехов, участков и поточных линий для изготовления деталей необходимо руководствоваться годовой программой выпуска и массой деталей.

После разработки технологических процессов и расчета числа основного оборудования тип производства подлежит уточнению по коэффициенту закрепления операций $K_{30} = \Pi_0/c$, где Π_0 – число всех различных технологических операций, выполняемых или подлежащих выполнению в цехе (на участке) в течение месяца; c – число рабочих мест. Коэффициент K_{30} характеризует степень специализации рабочих мест. При $K_{30} = 1$ производство массовое; если $10 > K_{30} > 1$ – крупносерийное; $20 > K_{30} > 10$ – среднесерийное; $40 > K_{30} > 20$ – мелкосерийное; $K_{30} > 40$ – единичное.

Программа выпуска изделий должна быть оптимальной для соответствующей формы организации производства. Особенно трудоемкой и сложной технико-экономической задачей является проектирование цеха или участка с производственной программой, имеющей значительную номенклатуру изделий. Для ее упрощения необходимо провести технологическую классификацию изделий. Одним из основных средств достижения высоких технико-экономических показателей и организационно-технического уровня производства является разработка типовых и групповых (унифицированных) технологических процессов изготовления деталей и сборки изделий.

Согласно стандартам ЕСТПП обязательным этапом, предшествующим разработке типовых и групповых технологических процессов, является классификация (группирование) изделий по конструктивным и технологическим признакам с учетом формы организации производства. Классификацию деталей и изделий, установленных заданием на выполнение ВКР, выполняют по методике ЕСТПП. При проектировании цеха или участка с типовыми технологическими процессами (для массового, крупносерийного или устойчивого среднесерийного производства) группирование изделий и деталей завершается выбором типовых представителей в каждой конструктивно-технологической группе. В качестве типового представителя принимается реальное изделие или деталь, которые должны соответствовать следующим признакам:

а) объединять в себе конструктивные и технологические особенности объектов данной группы;

б) годовая программа выпуска типового представителя должна преобладать над годовой программой выпуска других объектов данной группы;

в) иметь полные исходные данные: чертежи, спецификации, технические условия.

При проектировании цеха или участка с групповыми технологическими процессами (для единичного, мелко- или среднесерийного производства) в каждой группе деталей за основу берут комплексную деталь.

Результаты классификации целесообразно представлять в графической части работы. Здесь же вычерчиваются и комплексные представители конструктивно-технологических групп изделий или деталей. В РПЗ отражают основные признаки классификации, приводят составы групп, описывают конструктивные и технологические особенности реальных или искусственно созданных представителей.

При выполнении индивидуальной и даже комплексной работы, как правило, на все представители невозможно детально разработать технологические процессы. В этом случае для части представителей используют унифицированные технологические процессы, имеющиеся в руководящей информации или действующие в производственных условиях базового предприятия.

На этапе организационно-технической характеристики производства во время выполнения ВКР необходимо определить производственную структуру (состав) цеха и профиль специализации каждого структурного подразделения (участка); форму организации производства в цехе; форму организации технологических процессов для производственных участков и поточных линий, подлежащих детальной разработке (выбрать тип поточных линий); степень механизации и автоматизации поточных линий; такты выпуска изделий или

величины партий их запуска в производство; режим работы цеха (участка, линии) и фонды времени работы технологического оборудования. Производственная структура цеха устанавливается из условия наиболее рациональной организации производственных процессов и может строиться по двум принципам: технологическому или предметному. Состав производственных участков ориентировочно устанавливается по числу классификационных групп деталей или изделий, а на последующих этапах проектирования уточняется и осуществляется их выравнивание по трудоемкости, числу оборудования и рабочих мест.

Форма организации производства в цехе и на его участках определяет порядок выполнения операций технологических процессов, направление движения заготовок и деталей в процессе их изготовления, расположение технологического оборудования и рабочих мест и может быть поточной или групповой.

Целесообразность применения поточной формы организации производства устанавливается на основе сопоставления средней величины штучного времени для нескольких основных операций с действительным тактом T_d выпуска деталей (изделий):

$$K_3 = T_{шт.сп} / T_d$$

При среднем коэффициенте загрузки рабочих мест $K_3 > 0,6$ принимаю поточную форму организации производства. Преимущества поточного производства необходимо максимально использовать и при проектировании цехов со средне- и мелкосерийным типами производства путем внедрения групповых методов обработки заготовок; создания многономенклатурных поточных линий для обработки деталей или сборки изделий, сходных по конструктивно-технологическим признакам; применения в широких масштабах станков с числовым программным управлением и многоцелевых станков и организации на их основе автоматизированных участков с управлением от ЭВМ; комплексной механизации технологических процессов.

В ВКР форму организации производства в цехе и на его участках, а также основные направления решения некоторых других технических и организационных вопросов, принимают на основе требований стандартов. В РПЗ следует четко сформулировать принятые решения и руководствоваться ими при выполнении последующих разработок. Одна из главных задач на данном этапе выполнения ВКР заключается в принятии решений о степени механизации и автоматизации создаваемых в цехе поточных линий.

В условиях мелкосерийного производства основное внимание должно быть обращено на создание механизированных поточных линий. При использовании станков с ЧПУ и многоцелевых станков следует изучить возможность создания автоматизированных участков с управлением от ЭВМ. В среднесерийных производствах создаются, как правило, комплексно-механизированные поточные линии. В условиях крупносерийного и массового производства используются автоматизированные, автоматические и комплексные автоматические линии, включающие все операции технологического процесса, необходимые для изготовления деталей или сборки изделий: получение заготовок, механическую обработку, мойку, контроль, сушку, испытания, консервацию, упаковку и др.

Перед разработкой технологического процесса изготовления детали или сборки изделия в поточной линии необходимо установить: тип линии; порядок производства деталей на линии; степень ритмичности технологического процесса; способ передачи заготовок или изделий по рабочим местам линии; переналаживаемость и степень технологической специализации рабочих мест линии.

Мерой ритмичности и непрерывности работы поточной линии является такт T выпуска деталей (изделий). Его величина зависит от типа линии:

– для многономенклатурной линии:

$$T = \frac{\Phi_{\text{до}} \cdot 60K_3}{\sum_{i=1}^n \Pi_i},$$

– для однономенклатурной автоматической линии:

$$T = \frac{\Phi_{\text{дл}} \cdot 60}{\Pi}.$$

где $\Phi_{\text{до}}$ и $\Phi_{\text{дл}}$ – действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования и автоматической линии, ч; K_3 – планируемый нормативный коэффициент загрузки оборудования, учитывающий простои по организационно-техническим причинам и регламентированные перерывы на отдых ($K_3 = 0,70-0,95$); Π – годовая программа выпуска деталей (изделий), шт.; Π_i – число i -х деталей, подлежащих выпуску в год; i – порядковый номер детали (1, 2, ..., n).

Величины $\Phi_{\text{до}}$ и $\Phi_{\text{дл}}$ принимают по нормам технологического проектирования цехов. Как правило, при проектировании рассчитывают на двухсменный режим работы цехов.

5.5. Технологические процессы изготовления деталей (технологическая часть)

5.5.1. Общие сведения

В этом разделе ВКР разрабатывается технологический процесс изготовления одной или нескольких деталей, входящих в изделие, для которого может быть разработана технология сборки.

Оценка основных особенностей и направления проектирования технологических процессов изготовления деталей имеет целью установить наиболее рациональные и экономичные способы получения заготовки и ее последующей механической обработки при обеспечении выполнения требований, предъявляемых к точности обрабатываемых поверхностей, расположению осей и поверхностей, правильности контуров и форм и т. д., обуславливающих нормальную работу собранного изделия.

Основные направления в проектировании технологических процессов изготовления деталей в ВКР определяются на основе изучения патентных материалов, обзоров отечественного и зарубежного опыта изготовления аналогичных деталей, действующей на базовом предприятии технологии с учетом основных направлений развития современной технологии машиностроения:

- стремление к максимальному сокращению обработки резанием путем максимального приближения формы и размеров исходной заготовки к форме и размерам готовой детали;
- интенсификация технологических процессов и повышение производительности труда, сокращение сроков технологического проектирования путем использования типовых технологических процессов, типовой оснастки и современных вычислительных средств;
- выдвижение при проектировании на первый план оптимального технологического процесса, по которому komponуются из стандартных узлов специальные высокопроизводительные станки и гибкие производственные модули;
- широкое применение поточной организации производства не только в массовом и крупносерийном, но и в серийном производстве;
- применение электрофизических, электрохимических и других прогрессивных методов обработки материалов, обработка которых другими методами затруднительна или вообще невозможна; применение автоматизированного проектирования технологических процессов, обеспечивающего сокращение трудоемкости технологических разработок, облегчение труда технологов и оптимизацию проектируемых технологических процессов по различным целевым функциям (трудоемкости или себестоимости изготовления деталей, точности обработки

и др.) и направленного на обеспечение качества изготавливаемых изделий и повышение экономической эффективности проектируемой технологии;

– создание гибких производственных систем (ГПС).

Порядок разработки технологических процессов изготовления деталей должен соответствовать построению настоящего раздела. Технологические разработки при этом могут увязываться с технологией сборки, которую при необходимости можно скорректировать.

Технологические процессы изготовления деталей должны соответствовать программе их выпуска, типу производства и его организационно-техническим характеристикам.

5.5.2. Анализ и разработка технических требований к деталям

Аналізу технических требований предшествует анализ служебного назначения и описание деталей, технологические процессы которых предстоит разработать.

При этом учитывается программа и такт выпуска, тип производства. В случае отсутствия технических требований на чертежах деталей, прилагаемых к заданию на ВКР, они разрабатываются студентом исходя из служебного назначения деталей и условий их изготовления.

При анализе имеющихся и разработке новых технических требований к детали оценивается, в первую очередь, соответствие допуска, ограничивающего отклонение размера детали (линейного или углового), допуску замыкающего звена размерной цепи, в которой анализируемый размер является одним из составляющих звеньев.

При необходимости для решения возникающих задач применяют методы теории размерных цепей. Такая необходимость может возникнуть в тех случаях, когда следует проверить влияние анализируемого углового или линейного размера, являющегося составляющим звеном одной из конструкторских размерных цепей изделия, на точность замыкающего звена этой размерной цепи (если расчет ее не выполнен на этапе анализа технических требований к изделию). В этом случае, как правило, известны параметры составляющих звеньев размерной цепи и определение параметров (номинальной величины, верхнего и нижнего отклонений) замыкающего звена в результате решения «обратной задачи» не представляет трудностей.

Подобный количественный анализ может проводиться для одного из технических требований (все прочие требования анализируются на качественном уровне).

Анализ технических требований к детали рекомендуется проводить в следующем порядке:

1) формулируется техническое требование с указанием конкретных цифровых данных допустимых отклонений;

2) указываются возможные последствия невыполнения сформулированного технического требования, при необходимости приводятся схематичные иллюстрации; выполняется эскизная схема контроля (проверки) сформулированного технического требования при помощи универсальных и специальных средств контроля, приводится описание схемы и методики контроля (проверки).

В результате анализа технических требований может быть выявлена необходимость отработки на технологичность и внесения, в связи с этим, изменений в конструкцию детали, номинальные размеры и величины допустимых отклонений.

Эти изменения иллюстрируются эскизами, которые прилагаются к РПЗ.

5.5.3. Анализ технологичности конструкции деталей

Технологичность конструкции детали имеет прямую связь с производительностью труда, затратами времени на технологическую подготовку производства, изготовление, техническое обслуживание и ремонт изделия. Поэтому проектированию технологического процесса изготовления детали должен предшествовать анализ технологичности ее конструкции и, в необходимых случаях, отработка на технологичность.

Технологичность конструкции детали оценивается на двух уровнях – качественном и количественном. Качественная оценка предшествует количественной и сводится к определению соответствия конструкции детали следующим требованиям:

1) конструкция должна быть стандартной или состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов;

2) для изготовления детали должны использоваться стандартные или унифицированные заготовки;

3) точность размеров и шероховатость поверхностей детали должны быть оптимальными, обоснованными конструктивно и экономически;

4) вместе с тем, при определении жесткости, формы и размеров, а также механических и физико-химических свойств ее материала следует учитывать возможности технологии изготовления, условий хранения и транспортирования;

5) точность и шероховатость поверхностей должны обеспечивать требуемую точность установки, обработки и контроля;

6) заготовку необходимо получать рациональным способом (с учетом объема выпуска и типа производства);

7) должны обеспечиваться доступ к обрабатываемым поверхностям и возможность одновременной обработки нескольких деталей;

8) сопряжения поверхностей деталей различных качеств и шероховатости должны соответствовать методам и средствам обработки;

9) конструкция детали должна обеспечивать возможность использования групповых, типовых и стандартных технологических процессов.

Количественную оценку технологичности конструкции детали в ВКР, как правило, не проводят. Анализ технологичности конструкции детали рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1) на основании анализа исходной информации (чертеж детали, программа выпуска, тип производства, служебное назначение) выносятся заключение о целесообразности принципиального изменения метода получения исходной заготовки. При этом в ряде случаев приходится менять материал заготовки;

2) выполняется анализ технологичности конструктивных элементов детали, учитывая рекомендации. Выявляются труднодоступные для обработки места и при необходимости вносятся изменения в конструкцию (производится отработка на технологичность);

3) определяется возможность совмещения технологических и конструкторских баз при обеспечении размеров обусловленной точности, а также возможность прямого контроля таких размеров;

4) анализируется конструкция детали (заготовки) для возможности одновременной обработки нескольких деталей на одном станке, многоинструментной, многосторонней и других прогрессивных методов обработки. Анализируется соответствие заданных допусков и технических требований служебному назначению детали и технологическим возможностям оборудования;

5) определяются поверхности, которые могут быть использованы в качестве технологических баз, и проверяется соответствие их требованиям, предъявляемым к технологическим базам.

В качестве примера можно сформулировать рекомендации по обеспечению технологичности корпусных деталей.

Обработка заготовок корпусных деталей сводится главным образом к обработке плоских поверхностей и отверстий. Конструктивная форма корпусной детали, обеспечивающая минимальную трудоемкость обработки, должна отвечать следующим основным условиям:

1) форма корпусной детали должна быть возможно ближе к правильной геометрической форме. Например, поперечному сечению корпусной детали целесообразно придавать форму правильного четырехугольника (вместо неправильного четырехугольника, трапеции или какой-либо сложной формы);

2) конструкция корпусной детали должна позволять обработку без соединения с сопрягаемой деталью;

3) следует предусмотреть, по возможности, механическую обработку комплекта технологических баз (например, поверхности и двух отверстий);

4) конструкция детали должна обеспечивать возможность обработки поверхностей и торцов отверстий на проход. Торцам отверстий следует придавать форму, удобную для обработки торцевой фрезой или цековкой;

5) деталь не должна иметь поверхностей, не перпендикулярных осям отверстий на входе и выходе сверла;

6) диаметр обрабатываемых отверстий во внутренних стенках должен быть равен или меньше диаметра соосных им отверстий в наружных стенках детали;

7) необходимо избегать многообразия размеров отверстий, резьб и допусков;

8) конструкция детали не должна препятствовать механизированной пригонке поверхностей.

5.5.4. Выбор заготовки и метода ее изготовления

Правильный выбор заготовки оказывает непосредственное влияние на возможность рационального построения технологического процесса изготовления как отдельных деталей, так и машины в целом, способствует снижению удельной металлоемкости машин и уменьшению отходов.

Наиболее распространенные в машиностроении методы получения заготовок могут быть реализованы разными способами, выбор которых требует технико-экономического обоснования. При этом способ получения заготовки определяется на основании технических требований чертежа детали, результатов анализа ее служебного назначения, программы выпуска, типа производства и экономичности изготовления.

Исходя из необходимости максимального приближения формы и размеров заготовки к параметрам готовой детали, следует стремиться к применению прогрессивных методов и способов получения заготовок, обеспечивающих снижение затрат на механическую обработку и повышение точности готовых деталей.

Оценка экономической эффективности технологического процесса изготовления заготовок производится на основании сравнительного анализа стоимостных и натуральных показателей, состав которых может изменяться в зависимости от особенностей производства.

При равноценности сравниваемых вариантов получения заготовок по величине приведенных затрат выбор варианта производится по натуральным показателям, в состав которых могут входить: коэффициент использования материала; удельная норма расхода материала; трудоемкость получения заготовки; коэффициент использования обо-

рудования; коэффициент использования производственной площади и др. Анализ натуральных показателей сравнимых вариантов технологического процесса получения заготовки позволяет более полно охарактеризовать их отдельные преимущества и недостатки.

Эскиз заготовки со всеми необходимыми размерами, припусками и допусками наносится на чертеж детали тонкими линиями и отличительной штриховкой припусков. Технические требования к заготовке указываются на листе чертежа детали.

В машиностроении основными видами заготовок для деталей являются стальные и чугунные отливки, отливки из цветных металлов и сплавов, штамповки и всевозможные профили проката.

Способ получения заготовки должен быть наиболее экономичным при заданном объеме выпуска деталей. На выбор формы, размеров и способа получения заготовки большое влияние оказывает конструкция и материал детали. Вид заготовки оказывает значительное влияние на характер технологического процесса, трудоемкость и экономичность ее обработки.

При выборе вида заготовки необходимо учитывать не только эксплуатационные условия работы детали, ее размеры и форму, но и экономичность ее производства. Если при выборе заготовок возникают затруднения, какой метод изготовления принять для той или другой детали, тогда производят технико-экономический расчет двух или нескольких выбранных вариантов.

Технико-экономическое обоснование выбора заготовки для обрабатываемой детали производят по нескольким направлениям: металлоемкости, трудоемкости и себестоимости, учитывая при этом конкретные производственные условия. Технико-экономическое обоснование ведется по двум или нескольким выбранным вариантам. При экономической оценке определяют металлоемкость, себестоимость или трудоемкость каждого выбранного варианта изготовления заготовки, а затем их сопоставляют.

Технико-экономический расчет изготовления заготовки производят в следующем порядке:

- 1) устанавливают метод получения заготовки согласно типу производства, конструкции детали, материалу и другим техническим требованиям на изготовление детали;
- 2) назначают припуски на обрабатываемые поверхности детали согласно выбранному методу получения заготовки по нормативным таблицам или производят расчет аналитическим методом;
- 3) определяют расчетные размеры на каждую поверхность заготовки;
- 4) назначают предельные отклонения на размеры заготовки по нормативным таблицам в зависимости от метода получения заготовки;

5) производят расчет массы заготовки на сопоставляемые варианты;
 6) определяют норму расхода материала с учетом неизбежных технологических потерь для каждого вида заготовки (некратность, на отрезание, угар, облой и т. д.);

7) определяют коэффициент использования материала по каждому из вариантов изготовления заготовок с технологическими потерями и без потерь;

8) определяют себестоимость изготовления заготовки выбранных вариантов для сопоставления и определения экономического эффекта получения заготовки;

9) определяют годовую экономию материала от сопоставляемых вариантов получения заготовки;

10) определяют годовую экономию от выбранного варианта заготовки в денежном выражении.

Величину припуска на механическую обработку стальных поковок общего назначения, изготавливаемых горячей объемной штамповкой на разных видах кузнечно-прессового оборудования, методом литья (стали, чугуна и цветных металлов) определяют по табличным нормативам согласно массе заготовки, точности ее изготовления, группе стали, степени сложности, габаритным размерам, шероховатости обрабатываемых поверхностей и другим конструкторским элементам детали и техническим требованиям на изготовление.

Чтобы выбрать наиболее экономичный вариант литья заготовки, необходимо знать коэффициент использования металла заготовки $K_{им}$, себестоимость изготовления детали $C_{д.}$

Коэффициент использования металла подсчитывается по формуле:

$$K_{им} = G_{дет}/G_{заг}$$

где $G_{дет}$ – масса детали, кг; $G_{заг}$ – масса заготовки, кг.

Масса заготовки определяется как произведение объема на плотность материала заготовки. Плотность основных материалов: чугун серый $\rho = 7,4 \text{ г/см}^3$, сталь $\rho = 7,85 \text{ г/см}^3$, алюминий $\rho = 2,65 \text{ г/см}^3$, бронза $\rho = 8,9 \text{ г/см}^3$.

$$G_3 = \rho/V_3, \text{ кг,}$$

где ρ – плотность материала, г/см^3 , V_3 – объем заготовки, см^3 .

Для расчета объема сложных по конфигурации заготовок их разделяют на элементарные геометрические фигуры, для которых имеются формулы нахождения объема. Подсчитав объемы элементарных фигур и суммировав их, получают общий объем заготовки. Себестоимость изготовления детали равна:

$$C_d = C_3 + C_{м.о},$$

где C_d – себестоимость заготовки, руб., $C_{м.о}$ – себестоимость механической обработки, руб.

Отходы при механической обработке металлов по разным видам заготовок от чистой массы деталей в среднем составляют для отливок чугунных, стальных, бронзовых 15–20 %, свободнойковки – 15–40 %; объемной горячей штамповки – 10 %; проката (стали) – 15 %.

Основным показателем, характеризующим экономичность выбранного метода изготовления заготовок, является коэффициент использования материала, выражающий отношение массы детали к массе заготовки.

Коэффициент использования материала с учетом технологических потерь:

$$K_{и.м} = G_d / G_{з.п},$$

где G_d – масса детали по рабочему чертежу, кг; $G_{з.п}$ – расход материала на одну деталь с учетом технологических потерь, кг.

Для рационального расходования материала необходимо повышать коэффициент его использования, он должен быть не ниже 0,70–0,75.

Таблица I

Ориентировочные значения КИМ различных заготовок

Вид заготовки	КИМ	Вид заготовки	КИМ
Литье:		Профильный прокат	0,60
под давлением	0,95	Штамповка (горячая)	0,40
по выплавляемым моделям	0,90	Прутки катаные	0,35
в оболочковые формы	0,80	Ковка свободная	0,30
в кокиль	0,75		
в песчаные формы	0,70		

Расход материала на заготовку с учетом технологических потерь:

$$G_{з.п} = G_3 (100 + П_{п.о}) / 100.$$

Годовая экономия материала от выбранного метода получения заготовки с учетом технологических потерь:

$$\mathcal{E}_{м.п} = (G_{з.п1} - G_{з.п2})N,$$

где $G_{3.п1}$ – расход материала на одну деталь при первом методе получения заготовки, кг; $G_{3.п2}$ – расход материала на одну деталь при втором методе получения заготовки, кг.

Технико-экономический расчет себестоимости определяется в зависимости от выбранных методов изготовления заготовки.

Расход материала на заготовку с учетом технологических потерь:

$$G_{3.п} = G_3 (100 + П_{п.о})/100.$$

Годовая экономия материала от выбранного метода получения заготовки с учетом технологических потерь:

$$\mathcal{E}_{м.п} = (G_{3.п1} - G_{3.п2}) N,$$

где $G_{3.п1}$ – расход материала на одну деталь при первом методе получения заготовки, кг; $G_{3.п2}$ – расход материала на одну деталь при втором методе получения заготовки, кг.

Технико-экономический расчет себестоимости определяется в зависимости от выбранных методов изготовления заготовки.

Стоимость заготовки из проката, штамповки и литья определяют по расходу материала, массе стружки на деталь, стоимости материала и его технологическим отходам.

Экономический эффект выбранного вида изготовления заготовки в денежном выражении на годовую производственную программу выпуска изделия составит:

$$\mathcal{E} = (C_{3.п} - C_{3.п1}) N,$$

где $C_{3.п}$ – стоимость заготовки, полученная при первом методе, руб; $C_{3.п1}$ – стоимость заготовки, полученная при втором методе, руб.

При отсутствии достаточного количества исходных данных для расчета методом прямого распределения затрат себестоимость заготовок, получаемых такими методами, как литье в обычные земляные формы и кокили, литье по выплавляемым моделям, литье под давлением, горячая штамповка на молотах, прессах, ГКМ, можно с достаточной для проектирования точностью определить по формуле:

$$C_3 = (C_i / 1000 G_3 K_T K_c K_B K_M K_L) - (G_3 - G_d) C_{отх} / 1000; \text{руб.},$$

где C_i – базовая стоимость 1 т заготовок, руб; коэффициенты, зависящие: K_T – от класса точности; K_c – группы сложности; K_B – массы; K_M – марки материала; K_L – объема производства заготовок; G_3 – масса заготовки с учетом технологических потерь, кг; G_d – масса детали, кг; $C_{отх}$ – стоимость 1 т стружки данного материала, руб.

Ориентировочные цены для расчета себестоимости заготовок приведены в Приложении 1.

5.5.5. Выбор вида технологического процесса

Технологический процесс изготовления детали разрабатывается на основе имеющегося единичного, типового или группового технологического процесса. Групповой технологический процесс разрабатывается как единичный на основе использования ранее принятых решений, содержащихся в действующих единичных технологических процессах изготовления аналогичных деталей. Деталь относится к действующему типовому, групповому или единичному технологическому процессу на основе ее ранее сформированного конструкторско-технологического кода, который разрабатывается на основе технологического классификатора и классификатора ЕСКД в соответствии с учебными пособиями, подготовленными на основе стандартов. При этом классификация по ЕСКД определяет возможность отнесения проектируемого технологического процесса детали к типовому технологическому процессу, а классификация по технологическому классификатору предполагает возможность отнесения к групповому или имеющемуся единичному технологическому процессу. Таким образом, предварительное присвоение детали конструкторско-технологического кода (КТК) позволяет упростить выбор вариантов технологического процесса и решение задач технологической подготовки производства с использованием средств электронно-вычислительной техники (САПР, ГПС и др.). Кроме того такая классификация деталей создает предпосылки для автоматизации проектирования технологических процессов их изготовления, снижения трудоемкости и сокращения сроков технологической подготовки производства, а также рационального выбора типов технологического оборудования и технологической оснастки. Это особенно актуально в связи с тем, что в технологической части КТК заложена размерная и качественная характеристика особенностей детали, а также способы ее обработки, материал, методы изготовления заготовки и необходимая термическая обработка, что позволяет определиться с выбором вариантов технологического процесса на начальной стадии технологического проектирования. Кроме того, на основе КТК возможно решение обратных взаимосвязанных задач, возникающих при проектировании технологического процесса, к которым можно отнести основные операции технологического процесса, эксплуатационные характеристики технологического оборудования и технологической оснастки, предполагаемые режимы обработки, методы обеспечения требуемой точности, последовательность обработки отдельных поверхностей при обеспеченности требований по точности их

взаиморасположения, последовательности межцехового маршрута при необходимости термической обработки, гальванопокрытий или окраски, потребности в грузоподъемных и межоперационных межцеховых транспортирующих устройствах и специальной таре.

5.5.6. Выбор технологических баз и схем установки деталей

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность линейных размеров относительного положения поверхностей, получаемых в процессе обработки, выбор режущих и измерительных инструментов, станочных приспособлений, производительность обработки, а также являются основой для определения последовательности обработки детали.

В основе выбора технологических баз лежат следующие общие принципы:

- при обработке заготовок, полученных литьем или штамповкой, необработанные поверхности можно использовать в качестве баз только на первой операции;

- при обработке у деталей всех поверхностей в качестве технологических баз для первой операции целесообразно использовать поверхности с наименьшими припусками, благодаря чему снижается вероятность появления «чернот» при дальнейшей обработке;

- у деталей, не все поверхности которых обрабатываются, в качестве технологических баз на первой операции используется поверхности, которые вообще не обрабатываются, что обеспечивает наименьшее смещение обработанных поверхностей относительно необработанных;

- при прочих равных условиях наибольшая точность обработки достигается при использовании на всех операциях одних и тех же баз, т. е. при соблюдении принципа постоянства баз;

- желательно совмещать технологические базы с конструкторскими.

Под конструкторской базой здесь понимается поверхность (линия, точка), от которой задан размер (линейный или угловой). Конструкторской базой следует считать и свободную поверхность, от которой задан размер.

При совмещении технологической базы с конструкторской погрешность обработки по заданному от этой базы размеру зависит лишь от возможности технологической системы.

При несовпадении технологической и конструкторской баз появляется дополнительная погрешность. Величина этой погрешности, которая называется погрешностью базирования, определяется как разность предельных расстояний (наибольшего и наименьшего) между конструкторскими

торской базой, от которой задан анализируемый размер, и режущими кромками настроенного на размер инструмента. Эта разность в общем случае равна допуску (или погрешности) размера, связывающего конструкторскую базу с соответствующей технологической.

При выборе баз для остальных операций технологического процесса необходимо руководствоваться следующими соображениями:

- базы, используемые на операциях окончательной обработки, должны иметь наибольшую точность (по линейным и угловым размерам, геометрической форме и шероховатости);

- при отсутствии у детали надежных технологических баз создаются искусственные базы, в виде бобышек, приливов, технологических и центровых отверстий, изменяя при необходимости конструкцию заготовки;

- выбранные технологические базы совместно с устройствами закрепления детали должны обеспечивать правильное базирование и надежное закрепление детали, гарантирующее неизменность ее положения во время обработки, а также простую конструкцию приспособления, удобство установки и снятия обработанной детали.

При выполнении анализа точности технологического процесса механической обработки детали технологические базы показываются в соответствии с требованиями стандарта.

Выбор технологических баз сопровождается расчетом погрешностей базирования, что является основой для обоснования выбора схемы установки детали. В первую очередь необходимо стремиться обеспечить такую схему установки детали, при которой погрешность базирования по выдерживаемым на данной операции размерам была бы равна нулю.

При невозможности обеспечения данного требования схема установки детали приемлема, если сумма погрешностей базирования и технологической системы не превышает величину допуска на размер, выдерживаемый на данной операции или переходе.

5.5.7. Выбор методов обработки поверхностей деталей

Выбор метода обработки поверхности детали производится на основе обеспечения наиболее рационального процесса обработки (с учетом выбора наиболее короткого маршрута), служебного назначения детали, функционального назначения поверхности, требований по геометрической точности и др. Необходимое качество поверхностей в машиностроении достигается преимущественно обработкой резанием. В зависимости от требований, предъявляемых к точности размеров, формы, относительного положения и шероховатости поверхностей детали с учетом ее размеров, массы и конфигурации, типа производ-

ства выбирается один или несколько возможных методов обработки и тип соответствующего оборудования. Выбор конкретного метода обработки производится на основе таблиц средней экономической точности различных методов обработки. Ориентировочные справочные данные по точности, полученные систематизацией непосредственных наблюдений в производственных условиях, приведены в учебной и справочной литературе.

Обработка поверхностей выполняется в один или несколько переходов, на каждом из которых используется свой метод обработки. При высокой точности заготовки обработка может начинаться с чистовых методов.

При отсутствии высоких требований к точности размеров, связывающих поверхности детали, и качеству этих поверхностей, можно ограничиться однократной получистовой и даже черновой обработкой.

Каждый последующий метод обработки элементарной поверхности должен быть точнее предыдущего.

Заданная точность поверхности может быть обеспечена сочетаниями нескольких вариантов методов обработки поверхностей (с различным числом переходов), предпочтительным считается вариант, который содержит меньшее число переходов обработки данной поверхности. Желательно стремиться к тому, чтобы в маршрутах обработки различных поверхностей, принадлежащих одной детали, повторяемость методов обработки была максимальной, что позволяет сократить номенклатуру необходимого режущего инструмента и позволяет проектировать технологический процесс по принципу концентрации операций с максимальным совмещением обработки различных поверхностей, уменьшает число установок, повышает производительность и точность обработки.

При проектировании технологического процесса изготовления детали нередко совмещается во времени обработка нескольких поверхностей детали, что может оказать определяющее влияние на выбор методов обработки этих поверхностей. Поэтому окончательный выбор метода обработки каждой конкретной поверхности производится в комплексе с выбором методов обработки других поверхностей детали.

Выработку плана обработки элементарных поверхностей, т. е. определение числа ступеней обработки, желательно производить на основании расчета уточнения.

В этой части ВКР следует провести анализ возможности применения различных методов повышения надежности и долговечности деталей и машин технологическими методами, примененных в проекте технологических мероприятий, в частности методов упрочняющей технологии.

5.5.8. Маршрутный технологический процесс изготовления деталей

Технологический маршрут обработки деталей устанавливает последовательность выполнения технологических операций. При его разработке следует руководствоваться рекомендациями, приведенными ранее.

При невысокой точности исходной заготовки технологический процесс следует начинать с предварительной обработки поверхностей, имеющих наибольшие припуски, для более раннего выявления литейных и других дефектов (раковины, трещины) и отсеивания брака. В дальнейшем обрабатываются менее точные, а затем и более точные поверхности.

Операции обработки поверхностей, имеющих второстепенное значение и не влияющих на точность основных размеров детали, как правило, выполняются в конце технологического процесса до операций окончательной обработки ответственных поверхностей.

Легко повреждаемые поверхности (наружные резьбы, шлифованные поверхности) обрабатываются в заключительной стадии технологического процесса.

Заготовки корпусных деталей часто обрабатываются с разделением технологического процесса на стадии черновой и чистовой обработки. На стадии черновой обработки снимаются основные припуски, в результате чего происходит перераспределение остаточных напряжений в заготовке, сопровождаемое ее деформированием и возникновением соответствующих погрешностей. В наиболее ответственных случаях после предварительных операций производится естественное или искусственное старение, во время которого происходит релаксация остаточных напряжений.

На стадии окончательной обработки устраняются погрешности, возникающие при предварительной обработке, и обеспечиваются требуемые точность и качество поверхностного слоя детали.

При обработке достаточно жестких деталей, имеющих сравнительно небольшие обрабатываемые поверхности, технологический процесс можно построить по принципу концентрации операций (без деления на предварительные и окончательные). В этом случае первую операцию следует сделать наиболее концентрированной, т. е. содержащей максимально возможное число технологических переходов.

Построение технологического маршрута обработки во многом определяется конструктивно-технологическими особенностями детали, в том числе требованиями, предъявляемыми к точности ее основных и вспомогательных баз. Выбор маршрута обработки существенно зависит от типа производства, уровня автоматизации и применяемого оборудования.

В условиях единичного производства, как правило, используются универсальные станки, операции стремятся делать максимально концентрированными. При серийном производстве применяют универсальные станки, станки с ЧПУ, агрегатные станки (в зависимости от размеров серии, масштаба выпуска и условий производства).

Перспективным в серийном производстве является применение гибких производственных систем (линий, участков, цехов), особенно при наличии условий для групповой организации производства.

В массовом производстве широко используется специальное и специализированное технологическое оборудование, а также автоматические линии.

Технологический маршрут обработки разрабатывается следующим образом:

- 1) выбираются методы обработки поверхностей;
- 2) назначается число и последовательность переходов;
- 3) определяется содержание операций;
- 4) определяется типаж применяемого оборудования.

Для обработки детали составляется обычно несколько вариантов маршрутного технологического процесса, после сопоставления которых выбирается оптимальный.

Варианты могут отличаться технологическими базами, последовательностью обработки поверхностей и выполнения операций, применяемым оборудованием и режущим инструментом и др.

Одним из основных критериев выбора маршрута технологического процесса обработки детали служит результат анализа базирования и точности обработки детали, в соответствии с которым принимается для последующей разработки технологический маршрут, обеспечивающий получение деталей с заданными параметрами качества (точности).

На листах графической части ВКР выполняются эскизы установки и обработки детали на каждой операции с указанием всех технологических баз, шести опорных точек в соответствии со стандартом и анализируемых размеров (параметров точности), выдерживаемых на всех технологических переходах рассматриваемой операции.

На эскизах показываются только те параметры точности, которые изменяются на данной операции, а также размеры, необходимые для расчета точности по другим параметрам на последующих операциях. Указываются также параметры шероховатости поверхностей, обрабатываемых на данной операции.

Поскольку схемы установки детали на некоторых операциях предварительной и окончательной обработки одних и тех же поверхностей могут совпадать, эскизы чистовых операций отдельно могут не показываться.

Обрабатываемые поверхности на эскизах выделяются утолщенными линиями.

Кроме производственных погрешностей размеров, которые формируются на заключительных переходах механической обработки и характеризуют точность технологического процесса, определяются также значения суммарных погрешностей обработки по каждому анализируемому размеру, которые представляют собой сумму производственных погрешностей для этого размера по всем переходам обработки. Суммарные погрешности используются для оценки правильности назначения и расчета припусков на механическую обработку заготовки, минимальная величина припуска должна перекрывать суммарную погрешность.

Результаты анализа точности позволяет наглядно сопоставить варианты технологического процесса.

В результате сопоставления результатов анализа точности вариантов технологического процесса выбирается вариант маршрута технологического процесса, обеспечивающий заданную точность по всем параметрам и имеющий лучшие организационно-технические характеристики.

Таким образом, критериями выбора варианта технологического процесса являются:

- обеспечение заданной точности по всем линейным и угловым размерам, а также заданных параметров шероховатости;
- количество, сложность и ориентировочная стоимость технологического оборудования и оснастки (режущих инструментов, приспособлений, средств измерения и др.);
- организационно-технические характеристики производства (потребности в производственных площадях, рабочих, сложность и длительность цикла технологической подготовки производства, длительность производственного цикла и др.);
- величины суммарных погрешностей, от которых зависят припуски на обработку.

Анализ точности обработки детали выполняется на одном листе формата А1 графической части ВКР.

5.5.9. Размерный анализ технологических процессов

Размерный анализ технологических процессов имеет три разновидности, отличающиеся по способу выполнения:

- анализ вновь проектируемого технологического процесса, когда в качестве исходного документа имеется только чертеж детали;
- анализ вновь проектируемого технологического процесса, когда в качестве исходных документов кроме чертежа детали задан и чертеж заготовки, что возможно при необходимости изготовления заготовок до проектирования технологического процесса;

– анализ действующего технологического процесса, когда он не обеспечивает необходимых показателей, т. е. необходимо определение возможных путей совершенствования процесса.

В ВКР наиболее распространен первый способ, но иногда применяется и третий. Во всех случаях необходимо обеспечить минимальность затрат на осуществление технологического процесса, что закладывается во время предварительного проектирования принципиальных схем и логической оценки вариантов технологического процесса. На этой стадии предварительно выбирается оборудование, после чего производится размерный анализ, позволяющий решить следующие задачи:

- установить обоснованные операционные размеры и технические требования на всех операциях технологического процесса при минимальных корректировках во время внедрения;
- определить минимальные размеры заготовок с минимальными припусками на обработку, т. е. обеспечить минимальный расход материала;
- обеспечить проектирование технологического процесса с минимальным количеством необходимых технологических операций.

При выполнении размерного анализа должен быть выполнен следующий комплекс работ:

- назначение обоснованных допусков и необходимых технических требований на всех операциях;
- определение минимальных и максимальных припусков на операциях механической обработки;
- выявление и фиксация взаимосвязи всех размерных параметров по мере формоизменения детали;
- построение размерных схем технологического процесса и выявление размерных цепей;
- расчет возможности обеспечения размеров и технических требований чертежа;
- определение номинальных значений операционных размеров путем решения размерных цепей;
- определение величины слоев насыщения и покрытия поверхностей.

При размерном анализе технологического процесса по принадлежности звеньев размерные цепи разделяются на три вида:

- конструкторские размерные цепи, характеризующие размерные взаимосвязи узлов и деталей машины;
- технологические (иногда называемые операционными) размерные цепи, звеньями которых являются операционные размеры и припуски, а также чертежные размеры обрабатываемой детали;
- размерные цепи технологической системы (системы СПИД), звеньями которых являются размеры или взаиморасположение эле-

ментов технологической системы и обрабатываемой на конкретной операции детали, включаемой своими размерами в качестве замыкающих звеньев.

Иерархическая связь между этими видами размерных цепей выражается в том, что размер, являющийся замыкающим звеном в цепи нижней группы, может включаться как составляющее звено размерной цепи следующего уровня по классификации.

Составляющие звенья технологической размерной цепи – это регламентируемые допусками и контролируемые при изготовлении размеры детали. Расчет технологической размерной цепи позволяет установить как качественные, так и количественные зависимости между номинальными размерами, допусками и погрешностями всех звеньев цепи.

Размерные цепи технологической системы имеют в качестве составляющих звеньев не регламентируемые допусками размеры, которые за исключением станков, снабженных системой автоматического управления (САУ), не контролируются при изготовлении детали. Расчет этих цепей позволяет установить качественные зависимости, определяющие структуру погрешности замыкающего звена, являющегося составляющим звеном технологической размерной цепи.

Совместное решение технологических (операционных) размерных цепей и цепей технологической системы (СПИД) позволяет вскрыть размерные связи, возникающие в процессе изготовления деталей и получить качественные и количественные зависимости между погрешностями (допусками) составляющих и замыкающих звеньев технологической размерной цепи, которые используются для повышения качества и снижения себестоимости изготовления деталей. При этом анализ точности обработки детали должен проводиться по вариантам технологического процесса. В первую очередь анализируется точность размеров детали, обеспечиваемая на каждой операции по формуле

$$W_o = W_6 + W_{т.с} ,$$

где W_o – погрешность обработки на конкретной операции; W_6 – погрешность базирования; $W_{т.с}$ – погрешность технологической системы.

При этом погрешность технологической системы может быть определена как средняя экономическая точность принятого метода обработки, а погрешность базирования должна определяться с учетом точности и шероховатости технологической базы, полученными на предыдущей операции процесса.

В случае непосредственного невыполнения размера детали или промежуточного размера обработки на конкретной технологической операции он образуется как замыкающее звено в технологической

размерной цепи, а ее составляющими звеньями будут замыкающие звенья цепей технологической системы предшествующих технологических операций, т. е. его погрешность определяется по формуле:

$$W_o = \sum_{i=1}^{i=n} W_{o_i} + W_{т.с}$$

где W_{o_i} – погрешность размеров на предшествующих технологических операциях.

По результатам анализа точности механической обработки выбирается вариант технологического процесса, обеспечивающего заданную точность обработки по всем параметрам. В случае обеспечения заданной точности различными вариантами технологического процесса механической обработки выбор варианта производится на основе сравнения технико-экономических показателей:

- количества, сложности и стоимости технологического оборудования;
- количества, сложности и стоимости технологической оснастки;
- сложности и длительности цикла технологической подготовки производства;
- длительности производственного цикла;
- величины суммарных погрешностей, от которых зависит технология заготовительного производства.

При размерном анализе на основе аппарата теории графов определяется в первую очередь рациональность технологического процесса, что должно предшествовать размерным расчетам. Рациональность геометрической структуры технологического процесса определяется образованием наикратчайших размерных цепей, т. е. конструкторские размеры должны по возможности выполняться непосредственно, а колебания припусков должны быть минимальными. Для выполнения размерных цепей необходимо построить по координатным осям дерева двух смежных структур (технологической и конструкторской), которые объединяются в один граф. Построение дерева технологической структуры производится на основе операционных эскизов, для чего строится комплексная схема поверхностей, представляющая контур детали в произвольном масштабе с нанесенными на него поверхностями подетальной структуры от заготовки до готовой детали. Технологические размеры на комплексной схеме наносятся линиями с односторонними стрелками, направленными от технологической базы к обрабатываемой поверхности. Поверхности подетальной технологической структуры обозначаются порядковыми номерами в направлении рассматриваемой оси координат.

В результате замыкания полученных цепей технологического дерева конструкторскими размерами и припусками образуются циклы, т. е. размерные цепи, в которых технологические размеры являются составляющими звеньями, а конструкторские размеры и припуски – замыкающими. В полученном графе размерных цепей, состоящем из совокупности связанных между собой размерных цепей, количество замыкающих звеньев должно быть равно количеству технологических размеров, что позволяет контролировать правильность постановки размеров в конструкторских и технологических документах. При составлении уравнений размерных цепей знаки звеньев определяются по следующему правилу: если при обходе звеньев размерной цепи по замкнутому маршруту на графе перемещение по звену идет от меньшего номера к большему, то звено будет с положительным знаком.

При разработке технологических операций на основе анализа геометрической структуры технологического процесса необходимо обеспечить обработку поверхностей детали (в первую очередь наиболее точных) за одну установку либо от одной из взаимосвязанных поверхностей, либо с соблюдением принципа постоянства баз, т. е. обеспечить на графе наиболее короткие размерные цепи. В то же время на основе графа размерных связей с помощью матрицы, состоящей из номеров операций и возможных вариантов базирующих поверхностей, возможна минимизация технологических баз, но при этом непременным условием должно быть координирование размеров заготовки от технологической базы на первой операции механической обработки.

Расчет линейных и диаметральных размеров, а также эксцентриситетов детали и заготовки производится по методике, изложенной в методических указаниях.

5.5.10. Выбор методов и средств технического контроля качества деталей

Правила выбора средств технологического оснащения процессов технического контроля регламентированы ГОСТ 14.301–73 и ГОСТ 14.306–73, в соответствии с которыми выбор средств контроля основывается на обеспечении заданных показателей процесса контроля и анализа затрат на его реализацию.

Установлены обязательные показатели процесса контроля: точность измерений, достоверность и трудоемкость контроля, стоимость контроля. В зависимости от специфики производства и видов объектов контроля допускается использовать другие показатели контроля: погрешность измерений, объем, полноту, периодичность, продолжительность контроля и т. д.

При выборе средств контроля используется конструкторская и технологическая документация на изделие, стандарты различного уровня на средства контроля, каталоги и классификаторы средств контроля и другие материалы.

При разработке технологического процесса наряду с отдельными операциями контроля необходимо предусматривать также элементы контроля, входящие в операции механической обработки детали, а также вспомогательные операции очистки и промывки деталей, предшествующие операциям контроля.

Методы и средства контроля выбираются на стадии анализа и разработки технических требований к детали.

Для правильного выбора методов и средств технического контроля необходима обязательная оценка влияния погрешности измерения на результаты контроля. В зависимости от номинального размера и допуска на изготовление изделия определяются предельно допустимая погрешность измерения. Пользуясь справочником по производственному контролю, выбирается такой измерительный инструмент или прибор, предельная погрешность измерения которого не превышает допустимую погрешность измерения.

Как правило, наибольшие технические и организационные трудности представляет контроль отклонений формы и относительного положения поверхностей детали, для чего в ВКР проектируются специальные контрольные приспособления с необходимыми расчетами точности как проектируемых приспособлений, так и точности, обеспечиваемой на конкретной технологической и контрольной операциях. Конструкция контрольного приспособления должна быть представлена в графической части ВКР.

5.5.11. Разработка технологических операций

Структура технологических операций и последовательность выполнения переходов в значительной степени определяются средствами технологического оснащения, правила выбора которых установлены ГОСТ 14.301–73.

К средствам технологического оснащения относят технологическое оборудование (металлорежущие станки, прессы и др.), технологическую оснастку (в том числе режущие инструменты и средства контроля), средства механизации и автоматизации производственных процессов. Их выбирают с учетом типа производства, программы выпуска изделий, возможности группирования операций, применения стандартной оснастки и оборудования.

Выбор технологического оборудования основывается на анализе затрат на реализацию технологического процесса. Для выполнения

такого анализа необходимо рассчитать основную заработную плату производственных рабочих и цеховые накладные расходы на изготовление данной детали.

Выбор технологической оснастки и режущего инструмента определяется в значительной степени типом производства и принятым станочным оборудованием. В массовом и крупносерийном производствах следует использовать быстродействующие автоматизированные приспособления, по возможности многоместные. Во всех случаях следует стремиться к максимальному использованию универсально-сборных переналаживаемых приспособлений. При использовании специальных приспособлений, применение которых должно быть экономически обосновано, следует в максимальной степени использовать нормализованные и унифицированные узлы и элементы (приводы, столы и др.).

Также обоснованным должно быть применение нестандартного режущего, мерительного инструмента и вспомогательной оснастки.

При разработке технологических операций выполняются расчеты межпереходных припусков, размеров и режимов резания, определяются нормы времени и разряды работ. Расчеты межпереходных припусков и размеров выполняются обычно для двух-трех наиболее ответственных поверхностей по известной методике.

Для определения элементов припуска используются значения суммарных погрешностей линейных и угловых размеров, выявленные ранее на этапе анализа точности обработки детали. При наличии соответствующего программного обеспечения расчет припусков выполняют на ЭВМ. На другие поверхности детали припуски назначают по справочной литературе. Исходные данные и результаты расчета заносят в карту расчета припусков и предельных размеров по технологическим переходам. По результатам расчета межпереходных и общих припусков определяются межпереходные размеры и уточняются размеры заготовки.

Расчет режимов резания выполняется, как правило, с применением ЭВМ для двух-четырех технологических операций. Для каждого перехода определяются элементы режима резания, мощность и основное технологическое время T_0 .

Исходными данными для расчета режимов резания являются:

- материал обрабатываемой заготовки и его физико-механические свойства;
- размеры и геометрическая форма обрабатываемой детали;
- технические условия на изготовление детали;
- инструментальный материал, типоразмер и геометрические параметры режущей части инструмента;
- паспортные характеристики оборудования.

Выбор инструментального материала, типоразмера инструмента и геометрических параметров его режущей части производится в соответствии с рекомендациями справочной литературы.

После определения режимов резания рассчитывается норма основного технологического времени и по справочной литературе находится вспомогательное время, время организационного и технического обслуживания рабочего места, а также время на отдых и естественные потребности, которые в сумме составляют штучное время, являющееся нормой времени для массового производства. В единичном и серийном производстве нормой времени является штучно-калькуляционное время, определяемое как сумма штучного времени подготовительно-заключительного времени, отнесенного к одной детали данной партии деталей.

В процессе определения нормы времени на отдельные операции технологического процесса может выявиться необходимость коррекции содержания операций: изменения степени их дифференциации и концентрации, пересмотра режимов обработки, так как длительность операции должна быть приблизительно равной или кратной такту выпуска.

В некоторых случаях возможен пересмотр выбора технологического оборудования для обеспечения кратности штучного времени такту выпуска.

Вся информация о технологической операции заносится в соответствующие документы графической части ВКР.

5.5.12. Разработка технологического процесса сборки

Технологический процесс сборки разрабатывают при проектировании сборочных и механосборочных участков и цехов. В разделе решаются задачи:

Выбор организационной формы сборки и методов достижения точности замыкающих звеньев сборочной единицы:

- выбор метода достижения точности исходного звена, наиболее приемлемого для данного производства;
- выбор организационной формы сборки (стационарная или подвижная, последовательная или параллельная) в зависимости от принятого метода достижения точности, типа производства, трудоемкости процесса, размеров собираемой машины и др. факторов;
- выбор способа перемещения объекта сборки и средств транспортирования при подвижной сборке.

Разработка технологической схемы сборки:

- выявление базовых деталей и сборочных единиц (комплектов, подузлов, узлов);
- разработка последовательности сборки и составление перечня технологических переходов;
- разработка технологической схемы сборки.

Разработка операций сборки.

При разработке операции сборки решаются следующие вопросы:

- установление содержания каждой операции расчленением на переходы;
- выбор инструментов, приспособлений и оборудования;
- определение норм времени на каждую операцию;
- описание технологического процесса сборки с указанием методов межоперационного контроля качества сборки;
- составление циклограммы сборки по переходам и операциям;
- оформление разработанного технологического процесса сборки в виде маршрутных и операционных карт.

***Рекомендуемая литература
для выполнения технологической части проекта***

Основная литература

1. Горохов, В. А. Основы технологии машиностроения и формализованный синтез технологических процессов : учебник для вузов : в 2-х ч. / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, Н. В. Беляков [и др.] ; под ред. В. А. Горохова. – Старый Оскол : ТНТ, 2011. – Ч. I. – 496 с.
2. Горохов, В. А. Основы технологии машиностроения и формализованный синтез технологических процессов : учебник для вузов : в 2-х ч. / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, Н. В. Беляков [и др.] ; под ред. В. А. Горохова. – Старый Оскол : ТНТ, 2011. – Ч. II. – 576 с.
3. Маталин, А. А. Технология машиностроения : учебник / А. А. Маталин. – СПб. : Лань, 2010. – 512 с.
4. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении: / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – Старый Оскол : ТНТ, 2010. – 524 с.
5. Ковшов, Е. Н. Технология машиностроения : учебник / А. Н. Ковшов –СПб.: Лань, 2008. – 320 с.
6. Бондаренко, Ю. А. Технология изготовления деталей на станках с ЧПУ: учеб. пособие / Ю. А. Бондаренко, А. А. Погонин, А. Г. Схиртладзе, М. А. Федоренко. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 292 с.
7. Соколов, В. О. Размерный анализ технологических процессов в автоматизированном производстве : учеб. пособие / В. О. Соколов, В. А. Скрябин, А. Г. Схиртладзе [и др.]. – Старый Оскол : ТНТ, 2009. – 220 с.
8. Тamarкин, М. А. Технология сборочного производства : учебное пособие / М. А. Тamarкин, И. В. Давыдова, Э. Э. Тищенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 270 с.
9. Технология машиностроения : учебник / Л. В. Лебедев, В. У. Мнацакян, А. А. Погонин и др. – М. : Академия, 2006. – 528 с.

10. Пашкевич, М. Ф. Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование : учеб. пособие / М. Ф. Пашкевич, А. А. Жолобов и [др.] : – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 444 с.

11. Лебедев, Л. В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособие / Л. В. Лебедев, А. А. Погонин, А. Г. Схиртладзе, И. В. Шрубченко. – Старый Оскол : ТНТ, 2014. – 424 с.

12. Меринов, В. П. Технология изготовления деталей. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособие / В. П. Меринов, А. М. Козлов, А. Г. Схиртладзе. – Старый Оскол : ТНТ, 2009. – 264 с.

Дополнительная литература

13. Суслов, А. Г. Научные основы технологии машиностроения / А. Г. Суслов, А. М. Дальский. – М. : Машиностроение, 2002. – 684 с.

14. Зуев, А. А. Технология машиностроения : учебник / А. А. Зуев. – СПб. : Лань, 2003. – 304 с.

15. Ковальчук, Е. Р. Основы автоматизации машиностроительного производства : учебник / Е. Р. Ковальчук, М. Г. Косов, В. Г. Митрофанов и др. – М. : Высшая школа, 2001. – 312 с.

16. Жуков, Э. Л. Технология машиностроения : Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков, Н. Н. Козарь, С. Л. Мурашкин и др. – М. : Высшая школа, 2005. – 278 с.

17. Жуков, Э. Л. Технология машиностроения: Кн. 2. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков, Н. Н. Козарь, С. Л. Мурашкин и др. – М. : Высшая школа, 2005. – 278 с.

18. Бабичев, А. П. Справочник инженера-технолога в машиностроении. / А. П. Бабичев, И. М. Чукарина, Т. Н. Рысева. – Ростов-на-Дону, 2006. – 541 с.

19. Шишмарев, В. Ю. Машиностроительное производство : учебник / В. Ю. Шишмарев, Т. П. Костина. – М. : АСАДЕМА, 2004. – 350 с.

20. Егоров, М. Е. Технология машиностроения : учебник / М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. А. Дмитриев. – М. : Высшая школа, 1976. – 534 с.

21. Махаринский, Е. Н. Основы технологии машиностроения : учебник / Е. Н. Махаринский, В. А. Горохов. – Минск : Вышэйшая школа, 1997. – 424 с.

22. Балакшин, Б. С. Теория и практика технологии машиностроения : Кн. 1. Технология станкостроения / Б. С. Балакшин. – М. : Машиностроение, 1982. – 234 с.

23. Медведев, В. А. Технологические основы гибких производственных систем : учебник / В. А. Медведев, В. П. Вороненко, В. Н. Брюханов и др. – М. : Высшая школа, 2000. – 257 с.

24. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Сулова. – М. : Машиностроение-1, 2006. – Т. 1, Т. 2.
25. Замяткин, В. К. Технология и оснащение сборочного производства машиноприборостроения : справочник / В. К. Замяткин. – М. : Машиностроение, 1995. – 608 с.
26. Иващенко, И. А. Технологические размерные расчеты и способы их автоматизации. – М. : Машиностроение, 1975. – 324 с.
27. Новиков, М. П. Основы технологии сборки машин и механизмов. – М. : Машиностроение, 1980. – 632 с.
28. Обработка металлов резанием : справочник технолога / А. А. Панов, В. В. Аникин, Н. Г. Бойм и др. ; под общ. ред. А. А. Панова. – М. : Машиностроение, 2004. – 784 с.
29. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарно-сборочные работы по сборке машин и приборов в условиях массового, крупносерийного и среднесерийного типов производства. – М. : Типография НИИМаш, 1982. – 208 с.
30. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Мелкосерийное и серийное производство. – М. : Машиностроение, 1974. – 421 с.
31. Общемашиностроительные нормативы режимов резания : справочник : в 2-х т. / А. Д. Локтев, И. Ф. Гушин, В. А. Батуев и др. – М. : Машиностроение, 1999. – Т. 1, Т. 2.
32. Проектирование технологии : учебник для студентов машиностроительных специальностей / И. М. Баранчукова, А. А. Гусев, Ю. Б. Крамаренко и др. ; под общ. ред. Ю. М. Соломенцева. – М. : Машиностроение, 1990 г. – 416 с.
33. Проектирование технологических процессов в машиностроении : учеб. пособие для вузов / И. П. Филонов, Г. Я. Беляев, Л. М. Кожуро и др. ; под общ. ред. И. П. Филонова. – Мн. : Технопринт, 2003. – 910 с.
34. Справочник инструментальщика / И. А. Ординарцев, Г. В. Филиппов, А. Н. Шевченко и др. ; под общ. ред. И. А. Ординарцева. – М. : Машиностроение, 1987. – 846 с.
35. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. : Т. 1 / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 4-е изд. перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2000. – 656 с. : ил.
36. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. : Т. 2 / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 4-е изд. перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2000. – 496 с. : ил.

37. Станочные приспособления : справочник : В 2-х т. / под ред. Б. Н. Вардашкина, В. В. Данилевского. – М. : Машиностроение, 1985.– Т. 1, Т. 2.

38. Технология машиностроения (спец. часть) / А. А. Гусев, А. Р. Ковальчук, И. М. Колесов и др. – М. : Машиностроение, 1986. – 480 с.

39. Справочник контролера машиностроительного завода : учебник / под ред. А. И. Якушева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2000. – 527 с. : ил.

40. Желтобрюхов, Е. М. Проектирование технологического процесса механической обработки в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ : метод. указания к лабораторным работам / сост. Е. М. Желтобрюхов, А. С. Лавров, М. С. Кузнецов ; Сиб. федер.ун-т, ХТИ – филиал СФУ. – Абакан : РИО ХТИ – филиала СФУ, 2010. – 50 с.

41. Желтобрюхов, Е. М. Технология машиностроения. Дипломное проектирование : учеб.-метод. пособие / Е. М. Желтобрюхов, Ю. В. Горст, С. П. Зайнуллина, А. Ф. Коробейников и др. ; Сиб. федер. ун-т, ХТИ – филиал СФУ. – Абакан : РИО ХТИ – филиала СФУ, 2010. – 124 с.

5.6. Конструкторская часть

5.6.1. Общие сведения

Включает расчет и конструирование средств механизации и автоматизации технологического процесса механической обработки и сборки изделий, специального режущего инструмента, обусловленных темой ВКР, заданием на проектирование и указания руководителя.

При этом должны быть проработаны следующие вопросы:

- 1) анализ оснащенности действующего технологического процесса средствами механизации и автоматизации;
- 2) обоснование необходимости механизации и автоматизации проектируемого процесса;
- 3) разработка механизированных и автоматизированных устройств;
- 4) сравнение технико-экономических показателей технологического процесса до и после применения средств механизации и автоматизации.

К средствам механизации и автоматизации технологического процесса механической обработки и сборки изделий относятся зажимные станочные приспособления, транспортные и загрузочные устройства, средства технологического контроля операции и др.

Задание на ВКР с технологическим уклоном включает разработку 1–2-х специальных станочных приспособлений и одного специального контрольного приспособления. Конструирование обоих типов приспособлений имеют много общего.

5.6.2. Проектирование станочных приспособлений

Проектирование станочных приспособлений начинают с разработки технического задания. Техническое задание должно включать:

- служебное назначение приспособления с указанием типа и модели металлорежущего станка;
- операционный эскиз выполняемой операции;
- поверхности заготовки, их размеры и точность обработки (поле допуска и (или) предельные отклонения, шероховатость, допуски формы и расположения поверхностей), которые подлежат обработке в проектируемом приспособлении.

Приспособления проектируют в следующей последовательности.

1. Анализ исходных данных. Для разработки конструкции станочного приспособления необходимы следующие исходные данные:

- чертеж заготовки с указанными припусками;
- чертеж детали и технические требования к ней;
- технологические карты и операционные эскизы к предыдущей и выполняемой операции;
- техническая характеристика станка, на котором предполагается выполнять операцию, а также места присоединения приспособлений с характерными размерами и их точностью;
- альбомы стандартных и унифицированных приспособлений; чертежи и рисунки подобных по служебному назначению приспособлений, которые можно найти в справочниках и литературе по проектированию технологической оснастки (см. список литературы);
- стандарты или справочники, содержащие стандарты на детали и узлы приспособлений;
- годовой объем выпуска деталей в штуках;
- количество рабочих смен.

Рекомендованная последовательность анализа исходных данных и обоснования выбора конструкции приспособления приведена ниже.

а) По чертежам детали и заготовки, технологическим картам и операционным эскизам:

- выявляют марку и твердость материала детали, что необходимо для расчета сил и моментов закрепления, а также сил и моментов резания;
- уточняют требования к точности выдерживаемых на выполняемой операции размеров, точности формы и точности расположения обрабатываемых поверхностей деталей, их шероховатости;
- состояние поверхностей (обработанные или черные), которые предполагается использовать в качестве технологических баз.

б) По технологической карте выясняют:

- последовательность и содержание переходов в выполняемой операции;
- принятое базирование и закрепление заготовки;
- используемые станки и режущие инструменты;
- режимы резания;
- норму штучного времени.

Техническая характеристика станка, применяемого для выполнения операции, позволяет выяснить размеры стола или шпинделя станка, расстояние от стола до шпинделя (фрезерные, сверлильные, точные станки), высоту центров (токарные, шлифовальные станки), расстояние между центрами; размеры пазов столов и расстояния между ними; форму, размеры и допуски центрирующих поясков шпинделей и планшайб. Эти данные необходимы для определения габаритных размеров приспособления, способа его закрепления на станке, возможных способов закрепления детали в приспособлении, обеспечения удобства его обслуживания и обеспечения безопасности его работы.

в) Конструкцию приспособления разрабатывают, как правило, после тщательного изучения уже существующих конструкций аналогичного назначения и опыта их эксплуатации. Это значительно сокращает время проектирования и дает направление для окончательного выбора конструкции приспособления. Различные по назначению стандартные, унифицированные и специальные конструкции приспособлений можно найти в рекомендованной литературе.

г) При конструировании надо помнить, что практически любое специальное приспособление можно собрать из стандартных деталей и сборочных единиц. Поэтому для уменьшения затрат на проектирование, изготовление и эксплуатацию в разрабатываемых приспособлениях должно быть минимальное количество оригинальных деталей и узлов. Для этого необходимы альбомы и нормативные документы стандартных и унифицированных элементов приспособлений. Если альбомов и чертежей нет, то можно использовать справочную и учебную литературу.

д) Решение о механизации или автоматизации приспособления принимают после оценки требуемой производительности. Для этого необходима годовая программа выпуска деталей и количество смен.

е) Анализируют значения сил и моментов резания на выполняемой операции, их направление. Если эти данные не были определены в технологической части ВКР, то необходимо рассчитать их для выполняемой операции, поскольку на основе этих данных выполняют расчет потребной силы закрепления и силового привода.

2. Выбор схемы установки и закрепления заготовки. По принятой в технологической карте схеме базирования выбирают:

- 1) типовую схему установки заготовки;
- 2) конструкции установочных элементов с учетом состояния технологических баз заготовки;
- 3) точку приложения и направление силы закрепления.

Конструкции установочных элементов, их размеры и расположение должны обеспечивать наименьшую погрешность и устойчивое положение заготовки в процессе механической обработки. При необходимости вводят вспомогательные опоры.

Точка приложения и направление силы закрепления должно обеспечивать неподвижность заготовки в процессе выполнения операции, равномерный прижим заготовки к опорам приспособления, удобное расположение зажимного механизма.

3. Рассчитывают производительность приспособления. Зная производительность приспособления, можно грамотно выбрать его конструкцию: одно- или многоместное, кассетное, многопозиционное, с ручным или механизированным силовым приводом и т. п.

Производительность приспособления можно найти по формуле:

$$P \approx (F_c / T_{cp}) k_3,$$

где F_c – суточный фонд работы оборудования; при двухсменном режиме работы $F_c = 952$ мин; T_{cp} – средняя трудоемкость основных операций, мин; k_3 – коэффициент загрузки оборудования, который зависит от типа производства:

мелкосерийное:	$k_3 = 0,80-0,90$;
среднесерийное:	$k_3 = 0,75-0,80$;
массовое и крупносерийное:	$k_3 = 0,65-0,75$.

Для расчета производительности можно использовать и другие методики.

4. Выбирают схему приспособления. Выбору схемы приспособления предшествует поиск аналогов.

Схема приспособления позволяет выявить связи и взаимодействие его частей и рассчитать необходимые силы и моменты, действующие на заготовку в процессе механической обработки.

Схему приспособления в ВКР рекомендуется выполнять в следующей последовательности.

а) Изображают тонкой сплошной линией эскиз заготовки. В ВКР эскизный проект приспособления не выполняют. Поэтому схему приспособления изображают в пояснительной записке. Масштаб можно не выдерживать, но рекомендуется соблюдать примерные пропорции. Если приспособление разрабатывают для первой операции, то выполняют эскиз исходной заготовки, добавляя к ней поверхности, обрабатываемые в данной операции. Для последующих операций заготовка должна

иметь конфигурацию и размеры, полученные на предыдущих и выполняемых операциях обработки исходной заготовки.

б) Выбирают тип зажимного механизма. На этом этапе надо учесть, что при использовании ручного зажима рабочий может выполнить в смену не более 750 закреплений-откреплений при приложенной силе руки рабочего не более 200 Н. Если за смену требуется обработать 400 заготовок в приспособлении с двумя винтовыми или эксцентриковыми зажимами, то рабочий физически не сможет выполнить такое задание. В этом случае целесообразно механизировать закрепление.

в) Упрощенно изображают выбранные установочные и зажимные элементы, а также направляющие элементы для режущих инструментов, если они необходимы для выдерживания требуемой точности обработки заготовки;

г) На основе анализа требуемой производительности выбирают силовой привод и схему передачи силы, развиваемой приводом, на зажимной механизм.

д) Затем схематически изображают конструкцию силового привода и элементы зажимного механизма.

е) Упрощенно изображают корпус приспособления.

ж) Обозначают на схеме выдерживаемые при обработке размеры и размеры приспособления, необходимые для их выполнения (межосевые расстояния установочных пальцев и их диаметры, диаметр и длину оправок и т. п.).

5. Силовой расчет приспособления. Для выполнения силового расчета в пояснительной записке изображают схему действия сил и моментов на обрабатываемую заготовку. Схему действия сил накладывают на упрощенную схему приспособления. В ВКР можно выполнить совмещенную схему, т. е. схему приспособления, на которую накладывают действующие силы и моменты резания.

В общем случае в процессе обработки на заготовку действуют силы и моменты резания, силы закрепления, силы и моменты трения между заготовкой и опорными поверхностями установочных элементов, а также вес заготовки и центробежные силы, возникающие при обработке массивных и быстровращающихся заготовок и др.

На этом этапе проектирования приспособления рассчитывают:

1) силы закрепления, необходимые для сохранения неизменного положения заготовки в процессе механической обработки, исходя из сохранения ее положения, достигнутого при базировании и сохранения неподвижности под действием всех сил и моментов;

2) потребную силу, развиваемую силовым приводом;

3) размеры силового привода, обеспечивающие потребную силу;

4) выбирают стандартный силовой привод и уточняют фактическую силу привода и фактическую силу закрепления, развиваемую выбранным силовым приводом;

5) при необходимости рассчитывают размеры зажимного механизма;

б) при необходимости рассчитывают слабые элементы приспособления на прочность, жесткость, виброустойчивость по допускаемым напряжениям.

Расчет потребной силы закрепления выполняют из условия равновесия заготовки под действием сил и моментов, используя уравнения статики, известные из дисциплины «Теоретическая механика».

Количество уравнений равновесия зависит от конкретной схемы приспособления и сил, действующих на заготовку. Иногда для определения потребной силы закрепления $[W]$ достаточно одного уравнения. В некоторых случаях приходится составлять 2–4 уравнения равновесия, из решения которых затем выбирают наибольшее усилие и принимают его за потребную силу закрепления $[W]$.

Для расчета потребной силы закрепления $[W]$:

а) составляют схему действия сил и моментов на заготовку. Для этого выявляют все действующие силы и моменты, а также их направления и наносят их на схему приспособления;

б) составляют уравнения равновесия;

в) рассчитывают потребную силу закрепления с учетом жесткости зажимных и установочных элементов.

Расчет зажимного механизма. Для расчета зажимного механизма:

а) Рассчитывают потребную силу $P_{\text{пр}}$, которую необходимо приложить к зажимному механизму, чтобы создать необходимое усилие закрепления $[W]$. Силу $P_{\text{пр}}$ определяют из условия равновесия зажимного механизма под действием силы закрепления $W = [W]$, силы привода $P_{\text{пр}}$ и сил трения $F_{\text{тр } i}$ в кинематических парах зажимного механизма.

б) Определяют размеры элементов зажимного механизма (если это необходимо) либо выбирают их конструктивно. Выбор надо обосновать. Элементы зажимных механизмов (рычаги, шарниры, эксцентрики, винтовые пары и пр.) как правило, стандартизованы. Конструкции и стандарты на них можно найти в справочниках. Применение специальных зажимных элементов необходимо обосновать.

Расчет силового привода выполняют в следующей последовательности.

а) Зная величину необходимой силы закрепления $[W]$ и схему приспособления, составляют уравнение равновесия, связывающее силу $[W]$ и силу привода $P_{\text{пр}}$ с учетом их направления.

б) Рассчитывают силу привода из составленного уравнения.

в) Определяют размеры силового привода в зависимости от расчетного значения $P_{\text{пр}}$, требуемого рабочего хода поршня в гидравлических и пневматических приводах, усилие сжатия пружины (в случае их использования) и другие параметры с учетом особенностей конструкции приспособления.

г) Рассчитанные размеры пневмокамер, пневмоцилиндров и гидроцилиндров округляют до стандартных в большую сторону; электро-механический привод выбирают по развиваемой мощности.

д) Уточняют фактическое усилие закрепления W , развиваемое выбранным силовым приводом. Фактическое усилие закрепления W не должно быть меньше допустимого $[W]$, т. е. $W < [W]$.

Если для закрепления детали используют стандартное или унифицированное приспособление, то размеры силового и зажимного привода уже известны. Тогда силовой расчет сводится к определению фактической силы зажима W и проверке условия: $W < [W]$.

6. Расчет точности приспособления. Конструкция приспособления и выбранная схема базирования должны обеспечить заданную точность обработки заготовки. Поэтому очень важно правильно определить погрешность изготовления и сборки $\epsilon_{\text{изг}}$ приспособления, от которых будет зависеть его точность.

Погрешность изготовления и сборки $\epsilon_{\text{изг}}$ приспособления является одной из погрешностей технологической системы «станок – заготовка – приспособление – режущий инструмент» и, следовательно, влияет на точность размеров, точность формы и (или) взаимного расположения поверхностей, выдерживаемых на операции.

Расчет точности приспособления выполняют в следующей последовательности:

а) Из анализа требуемой точности обработки, схемы установки и закрепления выявляют расчетный параметр (расчетные параметры) точности, влияние которого сказывается на точности обработки заготовки. За расчетный параметр принимают такое расположение частей приспособления, которое влияет на положение и точность обработки заготовки на операции в направлении выдерживаемого размера.

Расчетных параметров может быть один или несколько, в зависимости от количества выдерживаемых на операции размеров или других параметров точности.

Пример 1. При установке цилиндрической заготовки на оправке, которая в свою очередь устанавливается в центрах токарного или шлифовального станка, расчетным параметром будет допуск соосности переднего и заднего центра, так как их смещение относительно друг друга вызывает конусность и другие отклонения формы цилиндрических поверхностей детали, влияет на точность выдерживаемого диаметра.

Пример 2. Отклонение от перпендикулярности оси кондукторной втулки сверлильного приспособления относительно его опорных поверхностей, на которые нижней плоскостью устанавливается заготовка, вызывает увод вершины сверла, следовательно, влияет на точность расположения оси отверстия (отклонение от перпендикулярности оси отверстия относительно плоскости входа или выхода, отклонение от

параллельности осей отверстий), на точность межцентрового расстояния просверливаемых отверстий. Расчетным параметром $\varepsilon_{\text{изг}}$ в этом случае является допуск перпендикулярности оси кондукторной втулки относительно установочной поверхности опор.

В свою очередь, отклонение от параллельности установочных поверхностей опор (например, пластин) относительно нижней плоскости основания корпуса приспособления приведет к перекосу оси кондукторной втулки относительно оси шпинделя станка. Следовательно, возможен увод сверла, который приведет опять-таки к погрешности расположения оси и неточности межосевого расстояния обрабатываемых отверстий. Таким образом, вторым расчетным параметром $\varepsilon_{\text{изг}}$ будет допуск параллельности установочной плоскости пластин (опор) относительно плоскости основания корпуса приспособления, которым оно устанавливается на стол вертикально-сверлильного станка.

б) Рассчитывают значения выявленных расчетных параметров точности.

Точность изготовления и сборки приспособления $\varepsilon_{\text{изг}}$ – это одна из составляющих установки приспособления $[\varepsilon_y]$ на столе станка, которую можно найти по формуле:

$$[\varepsilon_y] = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{и}} + \varepsilon_{\text{п}} + \varepsilon_{\text{изг}}},$$

где ε_6 – погрешность базирования заготовки в направлении выдерживаемого размера, вызванная несовпадением конструкторских и технологических баз; ε_3 – погрешность закрепления, вызванная проседанием опоры под действием сил зажима в направлении выдерживаемых размеров; $\varepsilon_{\text{и}}$ – погрешность положения заготовки, вызванная износом частей приспособления: установочных элементов, направляющих элементов, кондукторных втулок и др.; $\varepsilon_{\text{п}}$ – погрешность установки приспособления на станке; эта погрешность возникает из-за зазоров между направляющими шпонками приспособлений и Т-образными пазами столов фрезерных, расточных, сверлильных станков; из-за перекосов оправок, из-за перекосов приспособлений, установленных на планшайбах токарных и круглошлифовальных станков и т. п.; $\varepsilon_{\text{изг}}$ – погрешность положения детали, вызванная погрешностями изготовления и сборки приспособления (искомый расчетный параметр).

На стадии проектирования приспособления, когда неизвестны конкретные параметры точности станков, допустимую погрешность $[\varepsilon_y]$ можно определить по упрощенной формуле, исходя из экономической точности обработки:

$$\varepsilon_{\text{изг}} = T - k_{\text{т}} \sqrt{k_{\text{т1}} \cdot \varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2 + \varepsilon_{\text{изг}}^2 + k_{\text{т2}} \cdot \omega^2},$$

где k_r – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин в приведенной формуле от закона нормального распределения; ($k_r = 1,0-1,2$); чем больше значимых составляющих в формуле, тем меньше должен быть коэффициент k_r ; k_{r1} – коэффициент, учитывающий уменьшение значения погрешности базирования при работе на настроенных станках; $k_{r1} = 0,80-0,85$; ε_n – погрешность, связанная с погрешностью установки и смещением режущего и вспомогательного инструмента, если в приспособлении предусмотрены направляющие элементы и кондукторные втулки; если такие элементы не используют, то $\varepsilon_n = 0$; k_{r2} – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызванной факторами, не зависящими от приспособления (Δ_y – упругие отжатия в технологической системе; Δ_n – погрешность настройки станка; $\Delta_{ин}$ – износ режущего инструмента; Δ_T – тепловые деформации в технологической системе; $\Sigma_{\Deltaф}$ – суммарная погрешность формы заготовки, обусловленная геометрическими погрешностями станка и деформацией заготовки); $k_{r2} = 0,6-0,8$ (большее значение принимают при меньшем количестве значащих величин, не зависящих от приспособления); ω – экономическая точность обработки, т. е. такая точность, затраты на которую при выбранном способе обработке будут меньше, чем при других способах; значение ω выбирают по таблицам точности. Рассчитанное значение параметра точности округляют до стандартного значения в сторону уменьшения, а затем указывают условно на чертеже приспособления (предпочтительный вариант) или оговаривают соответствующей записью в технических требованиях.

д) выбирают метод достижения требуемой точности расчетного параметра и указывают его на чертеже приспособления в технических требованиях.

7. Разработка чертежа приспособления. По выбранной схеме приспособления разрабатывают его чертеж.

а) Начинают разработку с выполнения чертежа заготовки тонкой сплошной линией. В качестве главного вида принимают тот вид заготовки, в котором она будет выглядеть со стороны рабочего места. При вычерчивании приспособления следует помнить, что чертеж заготовки носит вспомогательный характер, а сама заготовка «прозрачна» и не закрывает элементы конструкции. Количество проекций должно быть достаточным, чтобы была ясна работа приспособления и взаимодействие его частей.

б) Выбирают размеры опор. Как правило, для большинства приспособлений можно выбрать стандартные конструкции установочных элементов. Затем изображают контуры установочных элементов относительно заготовки.

в) Окончательно выбирают и вычерчивают зажимной механизм приспособления относительно заготовки. Зажимной механизм изображают в состоянии закрепленной заготовки.

г) Вычерчивают детали для направления и выверки режущего инструмента (кондукторные и направляющие втулки, установки, шаблоны упоры), если они необходимы для обеспечения точности обработки заготовки или для увеличения производительности обработки.

д) Изображают выбранный силовой привод в состоянии закрепленной заготовки.

е) Выбирают и вычерчивают вспомогательные детали (шарниры, штифты, болты, винты, рым-болты, уплотнения, штуцеры и пр.).

ж) Наносят контуры корпуса приспособления. Размеры корпуса должны быть достаточными для размещения всех деталей и узлов приспособления. Корпус приспособления должен устойчиво стоять на станке. Для установки и закрепления корпуса приспособления на столе или шпинделе станка без выверки его присоединительные поверхности выбирают по соответствующим присоединительным поверхностям станка. Эти элементы стандартизованы. Для установки приспособлений на столах станков по Т-образным пазам применяют стандартные направляющие шпонки. Расстояние между направляющими шпонками должно быть наибольшим. Для транспортировки тяжелых приспособлений предусматривают соответствующие элементы на корпусе (например, рым-болты или крюки). При транспортировке приспособление должно быть достаточно устойчивым.

з) Окончательно дорабатывают конструкцию приспособления с учетом удобства сборки, ремонта и обслуживания, удобства установки и снятия заготовки, удаления стружки и т. п. Количество видов и разрезов должно быть достаточным для ясного понимания конструкции. Указывают габаритные размеры, присоединительные размеры, размеры, которые необходимо выдержать при сборке, допуски расчетных параметров точности и др.

и) Окончательно дорабатывают конструкцию приспособления и вычерчивают нужное количество проекций. Определяют правильность расположения всех элементов и механизмов приспособления с учетом удобства сборки, ремонта и обслуживания приспособления; удобства установки и снятия детали, удаления стружки и т. п.

к) Вычерчивают необходимые разрезы и сечения, поясняющие конструкцию приспособления или его узлов и соединений.

л) Составляют спецификацию приспособления.

8. Разрабатывают технические требования и техническую характеристику и размещают их на поле чертежа приспособления.

В техническую характеристику входят:

1) развиваемое приспособлением усилие закрепления;

2) параметры энергоносителя (давление в пневматической или гидравлической сети, потребляемую силу тока, мощность и число оборотов электромеханических приводов, усилие, прикладываемое к рукояткам ручных приводов и т. д.);

- 3) длина рабочего хода зажимного элемента приспособления;
- 4) длина хода пневмоцилиндра, пневмокамер, гидроцилиндра, электромеханического устройства и т. п.

Технические требования включают:

- 1) условия сборки приспособления и его эксплуатации;
- 2) точность расположения элементов в собранном приспособлении и метод её обеспечения;
- 3) периодичность контрольных осмотров и проверок точности;
- 4) окраска и другие виды покрытий;
- 5) периодичность ухода за приспособлением и его обслуживанием (очистка, смазка, замена деталей, хранение);
- 6) требования к установке на станке и регулировке.

Особо следует продумать вопросы, связанные с уходом за приспособлением. Уход за приспособлением, от которого зависит его работоспособность и внешний вид, заключается в осмотре, своевременном смазывании, ремонте и окраске.

В зависимости от условий работы в технических требованиях указывают периодичность осмотров, которые целесообразно совместить с проверкой точности приспособления и износа установочных элементов, кондукторных втулок и других изнашиваемых частей.

Периодичность смазки подвижных частей приспособления зависит от его сложности и условий работы. В автоматических и автоматизированных приспособлениях обязательно предусматривают систему непрерывной смазки. В механизированных приспособлениях и приспособлениях с ручным зажимом возможна периодическая смазка, совмещенная со смазкой станка. В требованиях указывают наименование, марку смазочного материала и номер стандарта на него.

При использовании лакокрасочных покрытий указывают марку краски, её цвет, эксплуатационные требования к покрытию и номер нормативного документа на краску либо покрытие.

9. Составляют описание работы приспособления и размещают его в пояснительной записке.

5.6.3. Проектирование контрольных приспособлений

Проектирование контрольных приспособлений выполняют в той же последовательности, что и проектирование станочных. Однако учитывают, что для большинства контрольных приспособлений нет необходимости в силовом расчете, так как требуется небольшое, но стабильное усилие закрепления. Зажимной механизм в некоторых приспособлениях необходим только для обеспечения плотного контакта базовых поверхностей детали с установочными элементами приспособления.

соблений. Во многих приспособлениях необходимость в зажимном механизме вовсе отпадает, если деталь занимает устойчивое положение на опорах, а усилие измерения не нарушает этой устойчивости. Точку приложения силы закрепления выбирают так, чтобы исключить возможность деформации детали и контрольного приспособления. Возможные деформации от силы закрепления не должны превышать 5 % значения контролируемого параметра [6].

Контрольные приспособления чаще всего выполняют с ручным приводом, реже – с пневматическим приводом.

Типы установочных элементов выбирают так, чтобы максимально уменьшить влияние погрешностей базирования на точность обработки.

При расчете точности исходят из допустимой погрешности измерения, значение которой находят по таблицам ГОСТ 8.051–86. Приблизительно можно принять допустимую погрешность измерения равной $\delta_{\text{изм}} \leq 0,3 T$, где T – допуск контролируемого параметра точности заготовки (допуск размера, допуск формы или допуск расположения); $\delta_{\text{изм}}$ – допустимая погрешность измерения.

Погрешность контрольного приспособления $\epsilon_{\text{пр}}$ для условий серийного и массового производства рассчитывают в направлении контролируемого размера по формуле:

$$\epsilon_y = \sqrt{\epsilon_6^2 + \epsilon_s^2 + \epsilon_{\text{пр}}^2 + \epsilon_n^2},$$

где ϵ_y – погрешность установки детали в контрольном приспособлении; ϵ_n – погрешность положения заготовки, вызванная износом установочных поверхностей приспособления.

Рассчитанное значение должно удовлетворять условию: $\epsilon_{\text{пр}} \leq \delta_{\text{изм}}$.

Рекомендуемая литература для выполнения конструкторской части проекта

Основная литература

1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю. М. Зубарев. – СПб. : Лань, 2015. – 320 с. : ил.
2. Блюменштейн, В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб. пособие / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. – 3-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2014. – 224 с. : ил.
3. Практика проектирования технологической оснастки машиностроительного производства : учеб. пособие / А. А. Малов [и др.]: под общ. ред. В. Т. Сеницына. – Старый Оскол : ТНТ, 2014. – 308 с.

4. Схиртладзе, А. Г. Технологическое оборудование машиностроительных производств : учеб. пособие / А. Г. Схиртладзе, Т. Н. Иванова, В. П. Борискин. – Старый Оскол : ГНТ, 2009. – 708 с.

5. Холодкова, А. Г. Технологическая оснастка : учебник для студ. вузов / А. Г. Холодкова. – М. : Академия, 2008. – 368 с.

6. Косов, Н. П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы : учеб. пособие для вузов / Н. П. Косов, А. Н. Исаев, А. Г. Схиртладзе. – М. : Машиностроение, 2007. – 304 с.

Дополнительная литература

1. Новожилов, Э. Д. Приспособления в единичном и мелкосерийном производстве : учеб. пособие / Э. Д. Новожилов. – М. : Дрофа, 2004. – 208 с.

2. Альбом по проектированию приспособлений : учеб. пособие / Б. М. Базров, А. И. Сорокин и др. – М. : Машиностроение, 2011. – 198 с.

3. Андреев, Г. Н. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства : учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / Г. Н. Андреев, В. Ю. Новиков, А. Г. Схиртладзе ; под ред. Ю. М. Соломенцева. – М. : Высшая школа, 1999. – 415 с.

4. Белоусов, А. П. Проектирование станочных приспособлений / А. П. Белоусов. – М. : Высшая школа, 1980. – 273 с.

5. Блюмберг, В. А. Переналаживаемые станочные приспособления / В. А. Блюмберг, В. П. Близнюк. – Л. : Машиностроение, 1978. – 360 с.

6. Горохов, В. А. Проектирование и расчет приспособлений / В. А. Горохов. – Минск : Высшая школа, 1986. – 238 с.

7. Горошкин, А. К. Приспособление для металлорежущих станков : справочник. – М. : Машиностроение, 1979. – 315 с.

8. Корсаков, В. С. Основы конструирования приспособлений. – М. : Машиностроение, 1983. – 277 с.

9. Кузнецов, Ю. И. Оснастка для станков с ЧПУ : справочник / Ю. И. Кузнецов, А. Р. Маслов, А. Н. Байков. – М. : Машиностроение, 1990. – 512 с.

10. Кузнецов, Ю. И. Конструкции приспособлений для станков с ЧПУ / Ю. И. Кузнецов. – М. : Высшая школа, 1988. – 303 с.

11. Кузнецов, В. С. Универсально-сборные приспособления в машиностроении / В. С. Кузнецов, В. А. Пономарев. – М. : Машиностроение, 1971.

12. Кузнецов, Ю. И. Станочные приспособления с гидравлическими приводами / Кузнецов, Ю. И. – М. : Машиностроение, 1974.

13. Лепихов, В. Г. Самоустанавливающиеся приспособления / В. Г. Лепихов. – М. : Машиностроение, 1980. – 37 с.

14. Обработка металлов резанием : справочник технолога / А. А. Панов, В. В. Аникин, Н. Г. Бойм и др. ; под общ. ред. А. А. Панова. – М. : Машиностроение, 2004. – 784 с.

15. Орликов М. Л. Проектирование зажимных механизмов автоматизированных станков / М. Л. Орликов, Ю. Н. Кузнецов. – М. : Машиностроение, 1977. – 192 с.

16. Плашей, Г. И. Приспособления агрегатных станков: альбом конструкций / Г. И. Плашей, Н. У. Марголин, Л. Я. Пирович. – М. : Машиностроение, 1973. – 192 с.

17. Плашей, Г. И. Приспособления агрегатных станков и автоматических линий : альбом конструкций / Г. И. Плашей, Н. У. Марголин, Л. Я. Пирович. – М. : Машиностроение, 1990. – 240 с.

18. Справочник технолога-машиностроителя : в 2-х т. : Т. 2 / под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Сулова. – М. : Машиностроение-1, 2003. – 944 с.

19. Станочные приспособления : справочник : в 2-х т. / под ред. Б. Н. Вардашкина, В. В. Данилевского. – М. : Машиностроение, 1985.

20. Терликова, Т. Ф. Основы конструирования приспособлений / Т. Ф. Терликова, А. С. Мельников, В. И. Баталов. – М. : Машиностроение, 1980. – 119 с.

21. Шубников, К. В. Унифицированные переналаживаемые средства измерения / К. В. Шубников, С. Е. Баранов, Л. И. Шнитман. – Л. : Машиностроение, 1978. – 200 с.

22. ГОСТ 8.051–81. ГСИ. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм.

5.6.4. Проектирование специального режущего инструмента

В качестве задания на проектирование поручается разработка конструкций сложного фасонного, комбинированного или зуборезного инструмента. При этом необходимо дать обоснование целесообразности применения данного специального инструмента.

Перед началом проектирования инструмента следует ознакомиться с соответствующей литературой и изучить аналогичные конструкции. Желательно также ознакомиться с работой инструментов подобного типа, в частности с высокопроизводительными инструментами, применяемыми на передовых производствах. При этом следует обратить внимание на особенности установки инструмента и приемы заточки, выявить недостатки существующих конструкций. Также следует иметь в виду, что проектируемые конструкции инструментов должны обеспечивать более высокие технико-экономические показатели по сравнению с существующими.

Разрабатывая новый инструмент, нужно иметь в виду требования по точности и технологичности изготовления, особенно заточки, и его производительности. Нужно предусмотреть экономию дорогостоящих инструментальных материалов, практикуя для этого сборные, сварные конструкции, литые заготовки и т. п. Во всех возможных случаях следует обеспечить регулировку положения режущих элементов инструмента и восстановление положения режущих лезвий после переточек.

Крепежно-посадочные части проектируемых инструментов должны быть рассчитаны и приведены в соответствие с размерами стандартизованных посадочных мест существующих станков или приспособлений.

Проектирование режущих инструментов состоит из ряда этапов, которые можно представить в следующем порядке:

- 1) анализ исходных данных для расчета;
- 2) определение дополнительных исходных данных по необходимости;
- 3) обоснование выбора инструментального материала рабочей и материала крепежной части;
- 4) выбор формы заточки и геометрии рабочей части;
- 5) определение размеров рабочей части инструмента;
- 6) профилирование режущей части инструмента (для сложных фасонных инструментов);
- 7) определение размеров крепежно-присоединительной части из условий прочности;
- 8) определение размеров центрирующей и направляющей частей и недостающих параметров;
- 9) назначение технических требований на изготовление инструмента;
- 10) отработка конструкции инструмента на технологичность.

В конкретных случаях между указанными этапами расчета может существовать обратная циклическая связь.

Исходными данными для расчета будут служить сведения:

- 1) о детали (для этого необходим рабочий чертеж обрабатываемой детали с указанием размеров и технических требований по точности и шероховатости обработки, материал детали с подробной характеристикой физико-механических свойств: марка, обрабатываемость, твердость, пределы прочности и текучести, режим термообработки и др.);
- 2) операции (наименование, характер и условия обработки, режимные параметры обработки, расчет максимально возможных силовых параметров обработки, тип производства);
- 3) оборудовании (модель станка, техническая характеристика станка, вид технологической оснастки);
- 4) инструменте (вид, тип, схема срезания припуска, примерная типовая конструкция инструмента).

Дополнительные исходные данные определяются в каждом конкретном случае по своим расчетным зависимостям. К ним относятся: определение расчетных размеров профиля детали с учетом допусков на них; перерасчет размеров профиля детали из одной плоскости в другую, необходимый для проектирования и др.

Выбор марки инструментального материала зависит от множества факторов и не имеет единого общего комплексного численного критерия его выбора. Поэтому для правильного выбора марки инструментального материала следует учитывать следующие основные факторы:

- 1) физико-механические свойства обрабатываемого материала;
- 2) состояние поверхности заготовки;
- 3) характер взаимодействия режущей кромки с поверхностью резания (постоянный или прерывистый контакт);
- 4) режимные параметры обработки;
- 5) жесткость технологической системы;
- 6) тип производства;
- 7) технология изготовления инструмента;
- 8) характер затупления инструмента и технология перетачивания;
- 9) условия отвода тепла из зоны резания.

Выбор и обоснование марки инструментального материала для режущей части с учетом перечисленных факторов можно произвести по справочным и нормативным материалам для каждого конкретного случая. Также следует учитывать возможный вариант применения сборной конструкции проектируемого инструмента.

Все принимаемые решения по выбору конструктивных параметров проектируемого инструмента и материала режущей части должны сопровождаться обоснованием. Расчеты и обоснования, приведенные в пояснительной записке, должны быть конкретными, относящимися непосредственно к разрабатываемой конструкции инструмента или операции изготовления. Принятые нормативные, табличные и другие данные следует подтверждать ссылками на соответствующие литературные источники с указанием страниц, номеров таблиц и т. д. Рекомендуется пользоваться для этой цели ГОСТами, нормами и другими официальными справочными материалами. Общие, неконкретные описания в записке недопустимы.

Графическая часть проекта должна иметь объем в 0,5–1,0 листа формата А1 и выполняться на ватмане в карандаше (или распечатываться на плоттере). Оформление всех элементов чертежа (размеры форматов, буквенные обозначения, расположение проекций, шрифты, штриховка и т. д.) должно быть выполнено в соответствии с требованиями ЕСКД и действующих ГОСТов.

Основные изображения на рабочих и сборочных чертежах выполняются в натуральную величину, так как это позволяет наиболее

полно представить действительные размеры и форму проектируемого инструмента. Излишнее укрупнение масштаба изображений основных проекций чертежей приводит не только к неоправданной затрате труда, времени и бумаги, но и к неправильному установлению размеров и формы отдельных элементов при разработке конструкций инструмента.

Размеры и сечения на рабочих и сборочных чертежах, поясняющие форму и геометрические параметры режущей части, форму фасонного контура и т. п., могут быть выполнены в увеличенном масштабе, достаточном для более четкого выявления конструктивных особенностей изображаемых элементов. Для упрощения чертежей многолезвийных инструментов достаточно вычерчивать 2–3 зуба, винтовые линии заменять прямыми.

Расчетные схемы и графические построения профилей выполняются в увеличенном масштабе, величина которого устанавливается в зависимости от требуемой точности построения.

Рабочие чертежи проектируемых инструментов, кроме изображений основных проекций, разрезов и сечений, должны иметь все необходимые размеры, допуски на размеры, обозначения параметров шероховатости поверхностей, данные о материале и твердости отдельных частей инструмента, а также технические требования к готовому инструменту для контроля, регулировки, переточек, испытаний и т. п.

Сборочный чертеж проектируемого инструмента включает необходимые данные для комплектования инструмента при сборке, обработке и контроле.

Он должен содержать:

1. Изображение инструмента в собранном виде с необходимыми для сборки проекциями, разрезами и сечениями.
2. Указания об обработке в процессе сборки или после сборки.
3. Проверяемые при сборке размеры и их предельные отклонения.
4. Габаритные размеры.
5. Размеры соединительных и установочных элементов.
6. Указания о характере сопряжений отдельных элементов.
7. Спецификацию составных частей и сведения о материалах для их изготовления.
8. Технические требования к готовому инструменту.

На рабочих и сборочных чертежах проектируемого инструмента указываются знаки клеймения, а также место расположения клеймения на инструменте.

В клеймение входят знаки, определяющие:

- 1) основные размеры инструмента и порядковый номер в комплекте;
- 2) материал режущей части;

- 3) марку завода-изготовителя;
- 4) эксплуатационные характеристики инструмента.

Для каждого проектируемого инструмента необходимо разработать технические условия, положив в их основу требования к обрабатываемому изделию и государственные стандарты технических условий на аналогичные конструкции инструмента. Содержание технических требований в значительной мере определяется конструкцией проектируемого инструмента, используемым оборудованием, требуемой производительностью, материалом обрабатываемой детали, качеством обрабатываемых поверхностей и др. и для различных инструментов набор конкретных технических требований может сильно различаться. Однако в общем случае этот набор должен включать следующие требования:

- 1) твердости составных частей инструмента;
 - 2) отклонений размеров и точности расположения составных частей, поверхностей и режущих кромок;
 - 3) шероховатости рабочих, базовых, направляющих и других поверхностей;
 - 4) методов повышения режущей способности и некоторых методов изготовления, если они являются предпочтительными с точки зрения формирования качества инструмента;
 - 5) методов испытания в работе (при необходимости);
 - 6) указаний о маркировке, консервации, упаковке, хранении и др.
- Здесь уместно остановиться лишь на общих подходах к конкретизации этих требований.

Чем больше твердость режущих элементов инструмента, тем выше его износостойкость. Быстрорежущие стали могут быть закалены на твердость 63–66 HRCэ, а некоторые марки – до 67 единиц. Однако для мелкогабаритных (сверла, зенкеры, развертки и другие инструменты с площадью поперечного сечения до 200 мм²) и мелкопрофильных инструментов (резьбонарезные), которые часто выходят из строя из-за поломок, максимальную твердость не назначают. С целью повышения прочности твердость таких инструментов должна быть на 2–3 единицы ниже максимально достижимой.

Твердость направляющих частей желательна такая же, как и рабочих, если это технологически выполнимо, а присоединительных – не более 45 HRCэ.

Линейные и угловые размеры инструмента, которые не влияют на точность обработки, являются свободными, и их отклонения назначают обычно по 14-му качеству точности. Отклонения размеров и неточность расположения составных частей инструмента, влияющих на точность обработанных ими поверхностей, приводят к погрешностям обработки, и их приведенное суммарное значение не должно превышать одной трети от допуска на соответствующий размер обработанной детали. Две трети до-

пуска оставляют на технологические и другие неучтенные ошибки, сопутствующие обработке детали. Если при этом допуски на отдельные элементы конструкции инструмента окажутся слишком жесткими и технологически невыполнимыми, то их можно увеличить до суммарного приведенного значения 50–70 % от допуска на размер детали.

Неточность расположения рабочих поверхностей и режущих кромок, определяемая углами, нормируется так же, как и другие размеры. Радиальное и торцевое биение режущих кромок многолезвийных инструментов или разновысотность зубьев влияют как на точность обработки, так и на стойкость инструмента. Что касается нормирования по точности, то оно производится в «связке» с другими погрешностями, как указывалось выше. Это значит, что все отклонения, влияющие на точность обработки, приводятся к погрешностям обработки, статистически складываются (хотя бы квадратично) и вызываемая этой суммой погрешность обработки не должна превышать 30–70 % допуска на соответствующий размер обрабатываемой детали. Стойкость инструмента повышается с уменьшением биений режущих кромок, так как исключается перегрузка отдельных зубьев и их преждевременное затупление, которое в дальнейшем сказывается и на точности обработки. С позиций стойкости не следует сильно ограничивать биение кромок, так как может оказаться, что увеличение затрат на повышение точности расположения кромок не компенсируется экономией от повышения стойкости. Это значит, что допускаемое биение режущих кромок должно быть экономически выгодным. Пороговое значение экономически выгодных величин не постоянно. С совершенствованием методов заточки и доводки инструмента оно смещается в сторону меньших величин. Средние экономически выгодные значения приводятся в соответствующих стандартах, и их следует придерживаться. Ужесточение норм против стандарта возможно, но при строгом экономическом обосновании выгоды.

Шероховатость рабочих поверхностей (передних и задних) сказывается на стойкости так же, как и биение режущих кромок: с уменьшением шероховатости стойкость инструмента повышается. Подходы к ее нормированию такие же, как и к биениям кромок. Значения шероховатости должны быть экономически выгодными. Средний уровень значений приводится в соответствующих стандартах.

Шероховатость базовых и других поверхностей определяется методами их обработки, т. е. точностью их размеров. Каждому методу обработки свойственна вполне определенная точность обработки и шероховатость обработанных поверхностей. Тем не менее на рабочих чертежах она обозначается, что особенно важно для базовых поверхностей, так как от их шероховатости зависит контактная жесткость стыков и в конечном итоге – точность позиционирования инструмента.

Из известных методов повышения режущей способности инструмента (нанесение износостойких и антифрикционных покрытий, механические, химико-термические, гальванические и физические методы упрочнения) выбирается наиболее приемлемый для конкретного инструмента и записывается на чертеже одним из пунктов технических требований. Затраты на упрочнение небольшие, а стойкость инструмента повышается в два и более раз. При этом необходимо помнить, что методы, повышающие хрупкость (цианирование, хромирование) нецелесообразны для мелкогабаритных и мелкопрофильных инструментов, а для инструментов с малыми задними углами, особенно для обработки вязких металлов, предпочтительнее методы, уменьшающие трение (хромирование, сульфидирование, эпиламирование, обработка паром). Такие методы наряду с повышением стойкости способствуют уменьшению налипания обрабатываемого металла на трущиеся поверхности инструмента.

Если существует несколько технологических методов обеспечения требований чертежа инструмента, на нем обязательно указывается тот, который обеспечивает требуемое качество. Так, например, малая шероховатость рабочих поверхностей инструмента может быть достигнута полированием или доводкой. Рядом со знаком шероховатости или отдельно в технических требованиях следует записать «доводить», так как при полировании неизбежно заваливание режущих кромок. Стружечные канавки доводить нецелесообразно, экономичнее полировать. Неразъемное соединение встык рабочей и присоединительной части инструмента возможно электросваркой или сваркой трением. Если требуется высокое качество соединения, предпочтительнее сварка трением, о чем обязательно необходимо записать в технических требованиях.

Методы испытания в работе стандартных инструментов указаны в соответствующих стандартах – и в технические требования на рабочих чертежах таких инструментов не записываются. В случаях, когда такие требования для оригинальных инструментов отличаются от стандартизованных, их целесообразно записать. В технических требованиях записывается также «инструмент должен обеспечить заданную точность обработки детали», если нет уверенности в том, что точность обработки будет обеспечена даже в случае изготовления инструмента в строгом соответствии с чертежом.

Маркировка инструмента должна содержать необходимый минимум сведений для поиска инструмента, организации его нормальной эксплуатации и заточки:

- условное обозначение по ГОСТ или индекс, присвоенный чертежом;
- режущий материал;
- класс точности; модуль, угол зацепления и обслуживаемое число зубьев колес для зуборезных инструментов;

– шаг винтовых стружечных канавок и значения углов заточки, если они оказывают влияние на точность поверхностей, обрабатываемых инструментом;

– дату изготовления.

Кроме этого, маркируется товарный знак завода-изготовителя для возможности предъявления претензий по качеству инструмента, если в этом возникнет необходимость. Лишние знаки маркировки не допускаются, так как повышается себестоимость инструмента. Конкретные требования по маркировке указаны в соответствующих стандартах.

Указания по консервации и упаковке инструмента, законченного изготовлением, разрабатываются с учетом сроков и места хранения, а также доставки его к этому месту. Это технологические вопросы, разрабатываемые технологом-инструментальщиком. Однако, если конструктор-инструментальщик считает некоторые вопросы очень важными для поддержания качества инструмента, их следует вносить в технические требования. Требования к консервации и упаковке стандартных инструментов обычно содержатся в соответствующих стандартах.

Расчет и проектирование сложного инструмента, к которому относится, прежде всего, фасонный и зубообрабатывающий инструмент, сопряжено с выполнением значительного объема вычислительных работ большой трудоемкости. Для сокращения сроков и повышения эффективности проектирования в настоящее время широко применяют различные системы автоматизации этого процесса с использованием ЭВМ. Однако широкое применение ЭВМ связано не только с необходимостью выполнения трудоемких расчетов. Под автоматизированным проектированием понимается расчетно-конструкторский комплекс работ, с помощью которого автоматизируются расчетные, проектировочные и оформительские (чертежные и текстовые) задачи, а современные периферийные устройства (принтеры, плоттеры и др.) позволяют оформлять практически любую чертежную и сопроводительную документацию. Современный инженер обязан уметь использовать методы автоматизированного проектирования для повышения его качества и снижения сроков технологической подготовки производства, поэтому рекомендуется при выполнении данного раздела использовать разработанные на кафедре компьютерные программы автоматизированного проектирования металлорежущего инструмента.

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Фельдштейн, Е. Э. Режущий инструмент. Эксплуатация: учеб. пособие / Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич. – Минск : Новое знание. – М. : ИНФРА-М, 2012. – 256 с.

2. Трембач, Е. Н. Проектирование металлорежущего инструмента: учебник / Е. Н. Трембач, Г. А. Мелетьев, А. Г. Схиртладзе, В. Е. Шебашев, Л. Н. Шобанов – Старый Оскол: ТНТ, 2010. – 388 с.

3. Гречишников, В. А., Формообразующие инструменты машиностроительных производств. Инструменты общего назначения: учебник / В. А. Гречишников, А. Г., В.П. Борискин, и др. 3-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол: ТНТ, 2009. – 432 с.

4. Кожевников, Д.В., Гречишников, В.А., Кирсанов, С.В., Кокарев, В.И., Схиртладзе, А.Г. Режущий инструмент: учебник / под ред. С.В. Кирсанова. - 3-е изд., М.: Машиностроение, 2007. – 528 с.

5. Гречишников, В. А. Проектирование режущих инструментов: учеб. пособие / В. А. Гречишников, С. Н. Григорьев, И. А. Коротков, А. Г.Схиртладзе – Старый Оскол: ТНТ, 2014. – 300 с.

Дополнительная литература

1. Кирсанов, Г. Н. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов : учеб. пособие / Г. Н. Кирсанов, О. Б. Арбузов, Ю. Л. Боровой и др. / под общей ред. Г. Н. Кирсанова. – М. : Машиностроение, 1988. – 288 с.

2. Шагун, В. И. Режущий инструмент. Основы теории проектирования : учеб. пособие / В. И. Шагун. – Мн. : Дизайн ПРО, 1998. – 112 с.

3. Сахаров, Г. Н. Металлорежущие инструменты : учебник / Г. Н. Сахаров, О. Б. Арбузов, Ю. Л. Боровой и др. – М. : Машиностроение, 1999. – 328 с. : ил.

4. Родин, П. Р. Металлорежущие инструменты / П. Р. Родин. – Киев : Вища школа, 1986. – 486 с. : ил.

5. Проектирование и расчет металлорежущего инструмента на ЭВМ : учеб. пособие для втузов / О. В. Таратынов, Г. Г. Земсков, Ю. П. Тарамыкин и др. – М. : Высш. шк., 1991. – 423 с.

6. Справочник конструктора-инструментальщика / под общ. ред. В. И. Баранчикова. – М. : Машиностроение, 1997. – 560 с.

7. Грановский Г. И. Фасонные резцы / Г. И. Грановский, К. П. Панченко. – М. : Машиностроение, 1975. – 309 с.

5.7. Организационный раздел ВКР

Повышение эффективности производства продукции на каждом предприятии требует постоянного совершенствования его организации и выявления и реализации наиболее выгодных в экономическом плане технических решений. Для успешного решения этой задачи большое значение имеет наличие у инженерно-технических работников

ков необходимых знаний и опыта в области применения рациональных принципов и методов организации производства, а также оценки экономической эффективности различных вариантов проектируемых технологических процессов и средств оснащения.

В этом разделе ВКР решаются следующие вопросы.

Расчет параметров поточной линии (участка серийного производства). В этой части организационного раздела производится окончательный расчет количества оборудования по операциям и по линии (участку) в целом, составляется ведомость оборудования, определяются коэффициенты загрузки оборудования и его использования по основному времени и по мощности, вычерчиваются графики загрузки и использования оборудования.

Выбор грузоподъемных и транспортных средств производится с учетом веса, количества изготавливаемых деталей и формы организации производственного процесса.

Необходимость в грузоподъемных средствах возникает тогда, когда вес обрабатываемой детали превышает 25 кг. При этом они могут использоваться не только для выполнения операций установки на место обработки (контроля) и снятия деталей, но и для их транспортировки с одного рабочего места на другое. В зависимости от необходимой грузоподъемности и назначения в качестве грузоподъемных средств могут быть использованы: мостовые краны, кран-балки, краны поворотные, шарнирно-балансирные манипуляторы, тележки с грузоподъемным механизмом и др.

Планировка поточной линии (участка серийного производства) – это составление схемы расположения оборудования, входящего в ее (его) состав на определенной производственной территории, для которой должны быть обозначены сетка колонн, граничные капитальные стены и внутренние перегородки, проезды. Границы территории, если таковыми не являются стены, перегородки и проезды, должны быть обозначены на планировке штриховой линией. На территории, предназначенной для размещения поточной линии (участка серийного производства) также должно быть предусмотрено место для грузоподъемного оборудования, транспортных средств, складских площадок, контрольных пунктов. Складские площадки должны быть предусмотрены для хранения: заготовок, подлежащих обработке на линии (участке); полностью обработанных деталей; межоперационных (оборотных) заделов.

Определение количества основных рабочих. На непрерывной однопредметной поточной линии количество основных рабочих при отсутствии многостаночного параллельного (одновременного) обслуживания равно количеству основного технологического оборудования плюс количество рабочих мест без оборудования (например, рабочие места для слесарных операций, оборудованные только верстаками

и другой оргтехоснасткой). На тех операциях, где возможно параллельное многостаночное обслуживание, количество рабочих должно определяться с учетом принятого количества оборудования и количества единиц оборудования, которые могут одновременно обслуживаться одним рабочим.

При проектировании прерывной однопредметной или многопредметной поточной линии количество основных рабочих определяется по стандарт-плану с учетом максимального количества одновременно работающего оборудования и последующего многостаночного обслуживания. Если на каких-либо операциях возможно параллельное многостаночное обслуживание, оно также должно учитываться.

Организация технического контроля. В этой части организационного раздела должны быть названы задачи технического контроля, решаемые на линии (участке серийного производства), определены используемые виды и объемы контроля, разработана карта технического контроля для одной операции.

Организация инструментального хозяйства. В этой части организационного раздела должны быть рассмотрены следующие вопросы:

- задачи и состав инструментального хозяйства;
- обеспечение оснасткой и инструментом рабочих мест;
- организация заточки инструмента;
- организация хранения инструмента и оснастки;
- расчет годовой потребности (расхода) одного вида режущего инструмента.

Организация ремонтного хозяйства. В этой части пояснительной записки должны быть рассмотрены следующие вопросы:

- задачи ремонтной службы;
- принятая система ремонтного обслуживания;
- использование и содержание системы планово предупредительного ремонта (ППР);
- длительность ремонтного цикла, межремонтного и межосмотрового периодов для одной модели основного технологического оборудования.

5.8. Экономический раздел ВКР

В этой части ВКР рассчитываются технико-экономические показатели проектируемого участка – поточной линии (участка серийного производства).

Для этого, прежде всего, определяется себестоимость годового выпуска деталей (детали), для которых проектируется поточная линия (участок серийного производства). Для этого нужно заполнить калькуляцию, форма которой приведена в табл. 1.

Если на участке – поточной линии (участке серийного производства) планируется изготавливать один вид деталей, то после составления калькуляции себестоимости годового выпуска деталей следует рассчитать калькуляцию себестоимости одной детали путем деления затрат, приходящихся на годовой выпуск деталей, на их количество в годовом плане. В качестве итоговой может быть составлена одна объединенная калькуляция.

Таблица 1

Калькуляция себестоимости

№ п/п	Наименование статей	Сумма, руб.
1	Сырье и основные материалы	
2	Возвратные отходы (вычитаются)	
3	Основная заработная плата основных рабочих	
4	Дополнительная заработная плата основных рабочих	
5	Отчисления на социальное страхование основных рабочих	
6	РСЭО	
7	Общехозяйственные расходы	
8	Общезаводские расходы	
9	Производственная себестоимость	
10	Внепроизводственные расходы	
11	Полная себестоимость	

После составления калькуляции себестоимости производства деталей заполняется таблица технико-экономических показателей участка по форме табл. 2

Таблица 2

Технико-экономические показатели участка

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
1	Годовой выпуск продукции:		
	в натуральном выражении	шт.	
	в стоимостном выражении	тыс. руб.	
2	Основные производственные фонды	тыс. руб.	
3	Площадь линии	м. кв.	
4	Количество рабочих мест	шт.	
5	Численность:		
	основных рабочих	чел.	
	вспомогательных рабочих	чел.	
6	Производительность труда на одного рабочего	шт. / чел. руб. / чел.	
7	Фондоотдача	руб. / руб.	
8	Фондовооруженность	руб. / чел.	

В этой таблице годовой выпуск продукции и производительность труда в натуральном выражении отражаются только при планировании выпуска одного вида деталей.

Производительность труда на одного рабочего определяется как отношение объема выпуска к численности основных и вспомогательных рабочих, входящих в состав участка. Фондоотдача рассчитывается как отношение годового выпуска продукции в стоимостном выражении к стоимости основных производственных фондов. Фондовооруженность – как отношение стоимости ОПФ к численности основных рабочих.

Если ВКР предусматривает разработку нового варианта технологии изготовления рассматриваемой детали (деталей) взамен используемой на базовом предприятии (базовый вариант) без увеличения объемов производства, следует оценить целесообразность реализации нового варианта взамен базового на основании сравнения приведенных затрат.

Рекомендуемая литература

для выполнения организационной и экономической части проекта

Основная литература:

1. Иванов, И. Н. Организация производства на промышленном предприятии : учебник / И. Н. Иванов. – М. : ИНФРА-М, 2013. – 352 с.
2. Переверзев, М. П. Организация производства на промышленном предприятии : учебник / М. П. Переверзев, С. И. Логинов, С. С. Логинов. – М. : ИНФРА-М, 2012. – 332 с.
3. Бухалков, М. И. Организация производства на предприятиях машиностроения : учебник / М. И. Бухалков. – М. : ИНФРА-М, 2012. – 511 с.
4. Борисов, В. А. Организационное проектирование : учебник / В. А. Борисов. – М. : ИНФРА-М, 2012. – 384с.
5. Кудрявцев, Е. М. Организация планирование и управление предприятием : учебник / Е. М. Кудрявцев. – М. : Ассоциации строительных вузов, 2011. – 416 с.
6. Организация производства и управление предприятием : учебник / под ред. О. Г. Туровец. – М. : ИНФРА-М, 2011. – 506 с.
7. Теория организации. Организация производства на предприятиях : интегрированное учеб. пособие / ред. А. П. Агарков. – М. : Дашков и К, 2015. – 260 с.
8. Теория организации. Организация производства : учеб. пособие / ред. А. П. Агарков. – М. : Дашков и К, 2012. – 272 с.
9. Кнышова, Е. Н. Экономика организации : учебник / Е. Н. Кнышова, Е. Е. Панфилова. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2015. – 336 с.

Дополнительная литература:

1. Батенин, К. В. Организация и планирование производства. Курсовая работа : метод. указания / К. В. Батенин, А. С. Боргояков. Абакан: РИС ХТИ – филиала СФУ, 2013. – 20 с.
2. Организация производства и экономика в дипломных проектах по технологии машиностроения : учебно-метод. пособие / сост. К. В. Батенин. – Красноярск : СФУ, 2006. – 84 с.
3. Диких Ю. В. Организация производства. Курсовая работа: метод. указания / Ю. В. Диких ; Сиб. федер. ун-т, ХТИ – филиал СФУ. – Абакан : Ред.-изд. сектор ХТИ – филиала СФУ, 2014. – 36 с.

6. ПРОВЕДЕНИЕ ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

6.1. Общие сведения

Патентные исследования являются обязательной составной и неотъемлемой частью процесса выполнения ВКР, научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ, связанных с созданием новых объектов. Проведение патентных исследований обеспечивает повышение эффективности разработок и создает предпосылки для научно обоснованного планирования этих работ, освоения в производстве технических, технологических новинок, предотвращения дублирования разработок.

Таким образом, патентные исследования представляют собой комплекс сведений, полученных путем сопоставления определенных признаков или показателей разрабатываемого объекта с показателями аналогичных по назначению объектов, содержащихся в патентных и других источниках информации. В основе их проведения лежат ГОСТ 15.011–82 и ГОСТ Р 15.011–96 «Порядок проведения патентных исследований».

Первичный патентный поиск может быть проведён через сеть Интернет.

Патентный поиск – это процесс отбора соответствующих запросу документов или сведений по одному или нескольким признакам из массива патентных документов или данных, при этом осуществляется процесс поиска из множества документов и текстов только тех, которые соответствуют теме или предмету запроса.

Патентный поиск осуществляется посредством информационно-поисковой системы и выполняется вручную или с использованием соответствующих компьютерных программ, а также с привлечением соответствующих экспертов.

Предмет поиска определяют исходя из конкретных задач патентных исследований категории объекта (устройство, способ, вещество) согласно теме ВКР, согласованной с руководителем ВКР, а также из того, какие элементы, параметры, свойства и другие характеристики предполагается исследовать.

При патентном поиске сравниваются выражения смыслового содержания информационного запроса и содержания документа.

Для оценки результатов поиска создаются определенные правила – критерии соответствия, устанавливающие, при какой степени формального совпадения поискового образа документа с поисковым предписанием текст следует считать отвечающим информационному запросу.

Среди основных целей патентного поиска для выполнения ВКР можно выделить:

1. Поиск патентов на какой-либо продукт по заданию руководителя ВКР.
2. Определение особенностей нового продукта.
3. Поиск изобретателей или компании, получивших патенты на изобретения в той же области.
4. Поиск последних новинок в исследуемой области.
5. Поиск патентов на изобретения в смежных областях.
6. Определение состояния исследований в интересующем технологическом поле.
7. Получить информацию по конкретной компании или состоянию сектора рынка в целом.
8. Получить информацию о частных лицах, имеющих патенты на схожие изобретения.
9. Поиск дополнительных информационных материалов.

Основные виды патентного поиска: предметный, именной (или фирменный), нумерационный, патентов-аналогов. Выбор типа патентного поиска определяется как необходимой глубиной поиска и временными ограничениями, так и поисковыми возможностями лица или организации, проводящих поиск.

Предметный поиск – является основным и чаще всего применяемым. При этом виде поиска формулируется техническая задача (предмет поиска), выбором рубрики (рубрик) патентной классификации ограничивается тематическая область поиска, выявляются и анализируются патентные материалы, относящиеся к ней за необходимый временной промежуток.

Именной (или фирменный) – поиск проводится в том случае, когда известны имя (имена) изобретателя (изобретателей) или названия фирм. Этот вид поиска дополняет предметный поиск.

Нумерационный поиск – осуществляется, когда известен номер охранного документа и по его номеру требуется узнать другие данные об изобретении, полезной модели, промышленном образце.

Поиск патентов-аналогов – проводится для выявления патентов, выданных в какой-либо стране и запатентованных затем в других странах, т. е. выявляются патенты, выданные в каждой стране патентования на одно и то же изобретение.

К этому виду поиска целесообразно прибегать, если найден патент, интересующий специалиста, на редком языке (например, японском), а патенты-аналоги позволяют ознакомиться с описанием этого изобретения на других более доступных языках (например, английском).

Кроме того, этот вид поиска дополняет предметный и проводится на стадии подробного ознакомления с полными описаниями к патентам.

В большинстве банков данных можно проводить поиск по следующим критериям:

- систематический поиск (по индексам МКИ);
- лексический поиск (по ключевым словам);
- авторский поиск (по имени автора);
- фирменный поиск (по имени заявителя);
- поиск по публикационным данным (по номеру и дате публикации);
- поиск по приоритетным данным (по номеру и дате конвенционной заявки);
- поиск по заявочным данным (по номеру и дате заявки).

6.2. Разработка задания на проведение патентных исследований

Проведение патентных исследований, выполняемых с целью определения научно-технического уровня разработок, используемых в курсовом проектировании и ВКР, а также при выполнении научно-исследовательских (НИР), начинается с разработки исполнителем задания на такого рода исследования.

Задание, согласуемое с руководителем работы, включает:

- 1) объект исследования (устройство, способ или вещество);
- 2) широту поиска (страны, фирмы, занимающие ведущее положение по исследуемому виду техники);
- 3) глубину поиска.

Задания на проведение патентных исследований могут содержать следующие задачи:

- 1) проверка по одной или нескольким странам на патентную чистоту (новизну) объект проектирования;
- 2) определение ведущих в данном виде техники, технологии страны, организации (фирмы);
- 3) изучение тенденции развития конкретного вида техники;
- 4) выявление динамики патентования по годам конкретного вида техники и т. д.

Задание может быть уточнено после проведения поиска и предварительного анализа информации.

6.3. Общая стратегия

1. Определение области поиска и классификаторов.
2. Поиск по словам и классификаторам.
3. Просмотр дополнительной информации по найденным патентам (изображения, чертежи и т. п.).
4. Определение компаний и изобретателей, наиболее часто встречающихся в найденном материале, изучение их патентов в смежных областях.

Наименование источников информации, по которым должен проводиться поиск, указывается в графе 6 табл. 1 «Регламент поиска». Перечень рекомендуемых источников информации приведен ниже по тексту. При обращении к **реферативным изданиям типа «Изобретения стран мира» (ИСМ) следует обратить внимание**, что для обозначения элементов информации на лицевой стороне карточек издания используются стандартные Цифровые коды для идентификации данных (коды ИНИД), согласованные на международном уровне. Значения кодов, используемых в изданиях ИСМ, следующие:

- (11) Номер документа.
- (19) Код страны (организации), опубликовавшей документ.
- (21), (22)* регистрационный номер и дата подачи заявки, соответственно.
- (32), (33), (31)* Номер, дата подачи и страна приоритетной заявки, соответственно.
- (43), (65)* Дата публикации и номер документа, не прошедшего экспертизу, соответственно.
- (44)* Дата публикации документа, прошедшего экспертизу.
- (51) Международная классификация изобретений и ее редакция.
- (52) Национальная классификация изобретений.
- (53) Универсальная десятичная классификация.
- (54) Название изобретения.
- (57) Реферат или формула изобретения.
- (71) Заявитель.

6.4. Определение классификационных рубрик

Для правильного проведения поиска информации необходимо определить классификационные рубрики по каждому предмету поиска. Для поиска научно-технической информации используют универсальную десятичную классификацию (УДК). Для поиска описаний изобре-

тений к авторским свидетельствам и патентам используют международную и национальные классификации изобретений (МПК, НКИ).

МПК была разработана в связи с договоренностью ряда стран об унификации систем классификации изобретений. Она представляет собой многоступенчатую иерархическую систему: раздел – подраздел – класс – подкласс (группа – подгруппа). МПК содержит восемь основных разделов, обозначаемых заглавными буквами латинского алфавита:

А – удовлетворение жизненных потребностей человека;

В – различные технологические процессы;

С – химия и металлургия;

Д – текстиль и бумага;

Е – строительство, горное дело;

Г – механика; освещение; отопление; двигатели и насосы, оружие и боеприпасы; взрывные работы;

Г – физика;

Н – электричество.

Подразделы в МПК обозначаются двухзначными числами, классы – заглавными буквами латинского алфавита. Подклассы, в свою очередь, подразделяются на группы и подгруппы, обозначаются двумя двухзначными числами, отделенными дробной чертой (группа/подгруппа). По последней седьмой редакции МПК обозначение подгруппы может быть и трехзначным.

Например, «Способ автоматического управления копировальным **токарным станком** с автоматической коробкой скоростей подачи станка» имеет индекс В 23 Q 15 / 007 .

Перечень всех классификационных рубрик (МПК, НКИ) определяется для каждого предмета поиска непосредственно по указателям классов изобретений (УКИ) стран поиска.

Печатные ресурсы:

– журнал «Патенты и лицензии»;

– журнал «Интеллектуальная собственность»;

– журнал «Изобретатель и рационализатор»;

– материалы информационно-издательского центра Роспатента.

Кроме того, могут быть полезны различные методические рекомендации и самоучители по патентному поиску и патентованию.

Интернет и сетевые ресурсы. Проведение патентного поиска является сложной и долгой процедурой, но существуют бесплатные Интернет-ресурсы, которые могут помочь в достаточно сжатые сроки достигнуть наиболее эффективных результатов и получить точную информацию.

Информационно-поисковая система – это логическая система, предназначенная для нахождения и выдачи информации, в том числе при патентном поиске, в документальном или ином виде и представляющая собой совокупность информационно-поискового языка, правил

переводов текстов на этот язык, общих правил поиска и критерия смыслового соответствия содержания текста информационному запросу.

Если патентный поиск по базе данных зарегистрированных объектов результатов не дал, то необходимо проводить поиск до последней поданной заявки, но это значительно дольше.

Российские БД. В настоящее время наиболее эффективным и бесплатным способом проведения патентных исследований в России является просмотр патентов и изобретений в банке данных Федерального института промышленной собственности (www.fips.ru).

Поиск патентов и изобретений в банке данных Федерального института промышленной собственности России:

1. Открыть в новом окне www.fips.ru.
2. В открывшемся окне слева открыть «информационные ресурсы», затем «информационно-поисковая система».
3. Для бесплатного поиска в базе данных изобретений следует ввести имя пользователя и пароль, то есть надо дважды записать слово guest в поле Имя пользователя и в поле Пароль (при этом запись в поле Имя пользователя высвечивается как guest, а в поле Пароль – в виде пяти звездочек *****).
4. После вывода на экран странички Патентные документы следует выбрать условия вывода патентных документов на русском или английском языке, после чего щелкнуть по кнопке Поиск.
5. В появившемся окне можно сформулировать запрос поиска нужного патента или заявки на изобретение по различным критериям. Так, например, поле Основная область запроса предназначена для ввода запроса текстовой части документа, то есть получения информации о титульном листе документа, а также по реферату, описанию, формуле изобретения, названию и т. д. Кроме этого, поиск можно выполнить по названию документа, номеру, основному индексу, классу и т. д., то есть по 21 критерию. После ввода критерия поиска следует щелкнуть по кнопке Поиск. Для получения информационной справки по конкретному критерию поиска надо щелкнуть по кнопке с вопросительным знаком.
6. Для просмотра нужного документа надо щелкнуть по его наименованию или номеру. Вывод осуществляется для 25 наименований документов. После просмотра 25 документов выделяются следующие 25 документов и т. д. до полного просмотра.
7. Для сохранения требуемой части документа на диск надо вывести нужную информацию на экран, затем из меню Правка выбрать опцию Выделить все, после чего выбрать Правка/Копировать, а затем открыть текстовый редактор Word или Блокнот и вставить выделенную информацию командами Правка/Вставить затем Файл/Сохранить как, указать название диска и имя файла, в который следует сохранить выделенную информацию.

8. Если вы определились со списком рефератов на заинтересовавшие вас изобретения, записали номера заявок (цифровой код 11), чтобы найти нужное описание изобретения, необходимо войти в «открытые реестры» и по номеру открыть нужное описание и чертежи.

6.5. Оформление результатов поиска

Анализ отобранной документации начинается с ее систематизации, которая зависит от вида выполняемых работ. Так, для определения патентной ситуации отобранные охранные документы на изобретения систематизируют по странам и фирмам, по национальным и иностранным заявителям, а охранные документы национальных заявителей – по годам подачи заявок. Для определения уровня и тенденций развития техники отобранные охранные документы на изобретения, а также источники научно-технической информации, систематизируют в соответствии с техническими решениями, направленными на выполнение одной и той же технической задачи, и по годам их создания. Отобранные проспекты и промышленные каталоги систематизируют по типам выпускаемых объектов, а документы, относящиеся к однотипным объектам, – по странам, фирмам и годам выпуска.

Информация, отобранная для изучения и используемая в ВКР, должна быть в тексте пояснительной записки со ссылкой на список использованных источников, в котором должны быть занесены сведения о патентах в соответствии с требованиями СТО 4.2–07–2014.

Список использованных источников:

1. ГОСТ Р 15.011–96 Патентные исследования. Содержание и порядок проведения. Введ. в действие Постановлением Госстандарта России от 30.01 1996 г. № 40: Госстандарт России. – Москва, 1996.

2. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» : сайт. – Режим доступа: www.fips.ru;

7. ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ВКР С КОНСТРУКТОРСКОЙ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТЬЮ

7.1. Тематика ВКР

Темы ВКР по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» могут быть трех видов:

1. С более развитой технологической частью (технологические), включающие ориентировочно: технологических разработок – 50–70 %; конструкторских – 20–25 %; организационно-экономических – 10–20 %. Пример темы: «Участок или поточная (переменно-поточная, автоматизированная, автоматическая) линия механической обработки сложной детали типа станины, рамы, корпуса, шпинделя, ротора, коленчатого вала, специального режущего инструмента и т. д. или изготовления (сборки и механической обработки) узла средней сложности».

2. С более развитой конструкторской частью (конструкторские), включающие ориентировочно: конструкторских разработок – 60–70 %; технологических – 20–25 %; организационно-экономических – около 10 %, например «Разработка конструкции специального станка (агрегатного или типа «обрабатывающий центр»), сборочного оборудования (автоматического или полуавтоматического), модернизация механизмов транспортных операций и т. п.».

3. С более развитой исследовательской частью (научно-исследовательские), включающие: исследование и обобщение полученных результатов – 50–60 %; конструкторских разработок – 15–20 %; технологических разработок – 15–20 %; организационно-экономических – около 10 %.

При разработке тем технологического и конструкторского проектов также рекомендуется выполнение научно-исследовательской работы (в ограниченном объеме), которую в этом случае нужно выделить в отдельный самостоятельный раздел.

Предпочтительна разработка реальных тем по заданию машиностроительных предприятий, связанных с проектированием механических, механосборочных, инструментальных цехов, участков, автоматических линий, научно-исследовательских лабораторий и т. п., или их реконструкцией. При значительном объеме работа может выполняться группой студентов. Тему реального проекта утверждает заведующий кафедрой на основании технического задания, чертежей и прочей рабочей документации, а также письма, подписанного руководителем предприятия.

Обязательной частью каждого вида работы должна быть разработка технологического процесса механической обработки на металлообрабатывающем оборудовании.

Тема ВКР рекомендуется студенту перед выездом на преддипломную практику, уточняется в процессе ее прохождения и окончательно утверждается после защиты отчетов по практике. Список тем утверждается приказом по институту.

7.2. ВКР с конструкторским уклоном

7.2.1. Содержание пояснительной записки

Первые четыре раздела (титульный лист, задание на проектирование, аннотация, оглавление) выполняются аналогично записке ВКР с технологическим уклоном.

Введение содержит:

- главные задачи, стоящие перед машиностроением на данном этапе развития экономики;
- значение той отрасли машиностроения, к которой относится ВКР, задачи и перспективы развития;
- значение автоматизации и механизации производства;
- значение работ в области повышения надежности, долговечности и точности оборудования;
- изучение и анализ существующих конструкций, являющихся прототипами проектируемого объекта (станка, автомата, автоматической линии и т. п.) по технической литературе, каталогам, техническим проектам, чертежам, технологическим процессам обрабатываемых деталей и т. п.;
- изучение области применения, преимуществ и недостатков прототипа проектируемого объекта, его устройство и полная технико-экономическая характеристика.

Изучив прототип проектируемого оборудования, студент подробно разрабатывает техническое задание на проектирование, освещая следующие вопросы:

- способы изготовления деталей, для которых предназначается прототип проекта;
- сравнительная технико-экономическая характеристика имеющихся способов изготовления деталей;
- расчет необходимого количества оборудования;
- составление технической характеристики проектируемого объекта;
- анализ технических характеристик, кинематики и конструкции отдельных механизмов и в целом нескольких видов прототипов объекта;
- выявление круга вопросов, для решения которых требуется проведение научно-исследовательских работ;
- план освоения проектируемого объекта.

Конструкторская часть работы включает проработку следующих вопросов:

1. Разработка варианта компоновки объекта проектирования. Компоновку объекта начинают с составления чертежа или эскиза наладки, выбора рабочих инструментов, режимов работы. Компоновку разраба-

тывают с учетом возможности встраивания объекта в автоматическую линию, связи его с другими станками, транспортными средствами или снабжение его индивидуальным загрузочно-разгрузочным устройством.

Вначале компоновка может иметь общий характер, по окончании проектирования она уточняется. Компоновка должна обеспечивать высокую производительность, простоту конструкции, удобство обслуживания, безопасность работы и быть эстетичной.

2. Разработка принципиальных схем. Кинематическая, гидравлическая и электрическая схемы должны обеспечивать расчетные режимы, режимы работы проектируемого объекта, его автоматизацию и иметь устройства для предотвращения поломок и аварий.

При разработке принципиальных схем следует отдать предпочтение гидравлике, электроприводу и в последнюю очередь механическим передачам, рационально используя при этом преимущества этих принципиальных схем.

В механических передачах важно обеспечить: сокращение длины кинематической цепи, уменьшение числа валов и шестерен, вращающихся вхолостую на больших скоростях. В гидро- и электросхемах необходимо использовать стандартные и нормализованные детали, узлы и аппараты ограниченной номенклатуры.

3. Разработка основных механизмов. По причине большой трудоемкости работ для новых объектов в ВКР подробно разрабатываются только основные узлы и механизмы, причем в той мере, чтобы обеспечить возможность изготовления рабочих чертежей детали и осуществления сборки механизма.

На основе анализа работы проектируемой машины необходимо составить расчетные схемы действия сил, произвести расчет основных наиболее нагруженных деталей на прочность, долговечность, жесткость, виброустойчивость и точность. Эти расчеты должны быть выполнены аналитически с использованием последних достижений науки и техники. Детали, несущие наибольшие нагрузки, рассчитывают по таблицам или подвергают поверочному расчету на фактические напряжения.

Необходимо определять технологичность спроектированной машины и, следовательно, ее трудоемкость.

Основные требования, предъявляемые к проектам новых машин и их модернизации:

- простота конструкции деталей, максимальное упрощение и облегчение заготовок;
- простота геометрических сочетаний обрабатываемых поверхностей деталей, доступность их для обработки и контроля;
- соответствие точности деталей требованиям к точности собранного узла, шероховатостей обрабатываемых поверхностей, а так-

же производственным возможностям изготовления деталей и сборки узлов и машин, экономичности конструкции;

- применение ограниченного ряда стандартных значений диаметров, резьб, конусов, допусков, марок и сортамента материалов;
- обеспечение удобства крепления деталей при обработке на станке;
- использование при обработке стандартных и нормализованных деталей, узлов, механизмов, в том числе применяемых в других машинах;
- использование новых современных материалов;
- обеспечение необходимой надежности работы машин, возможности проведения ремонтов, восстановление точности ее работы.

4. Окончательная увязка схем и компоновки объекта. В результате подробной разработки узлов уточняются габариты и конструкция объекта. В графической части проекта необходима проработка вопросов: безопасной работы, внешней формы; технологичности как отдельных элементов деталей и узлов машины, так и всей машины в целом; технологической эстетики и эргономики.

Технологическая часть работы. ВКР с конструкторским уклоном обязательно должна содержать технологическую часть.

Технологическая часть проекта может быть выполнена в виде техпроцесса на обработку детали, для которой разрабатывается или модернизируется объект. Допускается разработка технологического процесса на обработку базовой детали проектируемого объекта или сборки его узла. Вид и объем технологического проектирования назначает руководитель проекта. Технологическую разработку выполняют по методике, которая описана в разделе «ВКР с технологическим уклоном».

Научно-исследовательская часть работы выполняется по согласованию с руководителем и по методике, предложенной им. Это может быть разработка или изыскание новых материалов, теоретическое обоснование применения новых механизмов в проектируемом объекте, разработка методов расчета сложных механизмов и т. д.

Разработка вопросов экономики, организации производства и охраны труда выполняется так же, как в ВКР с технологическим уклоном.

7.2.2. Графическая часть работы

Распределение листов чертежей производится студентом по согласованию с руководителем работы. Если тема работы – разработка нового оборудования или модернизация существующего, можно рекомендовать следующий перечень чертежей:

1. Общий вид оборудования – 1 лист.
2. Кинематическая, гидравлическая и электрическая схемы оборудования – 1–2 листа.
3. Общие виды и разрезы оригинальных узлов – 1–2 листа.
4. Рабочий чертеж детали, обрабатываемой на проектируемом станке, или корпусной детали проектируемого станка средней сложности – 1 лист.
5. Технологическая часть – 1 лист.
6. Исследовательская часть – 1 лист.
7. Экономическая часть – 1 лист.

7.3. Научно-исследовательская ВКР

7.3.1. Содержание и тематика ВКР

В основу ВКР с научно-исследовательским уклоном может быть положена исследовательская работа, которая является логическим продолжением и развитием научных исследований, выполнявшихся студентами в порядке участия в госбюджетных и хоздоговорных НИР кафедр, в работах конструкторско-технологических бюро заводов и в НИИ, в студенческих конструкторских бюро и научных обществах и др. Ряд тем может быть развитием курсового проектирования.

Тематика ВКР с более развитой научно-исследовательской частью весьма разнообразна:

- исследование и определение эффективности новых технологических процессов изготовления деталей или сборки изделий;
- исследование новых методов обработки заготовок;
- исследование и анализ технологических процессов или операций с целью повышения производительности обработки или сборки и качества деталей, сборочных единиц или машин;
- исследование причин появления брака и разработка мероприятий по его устранению;
- исследование методов настройки, регулирования и испытания изделий;
- исследование методов и средств автоматизации и механизации технологических и производственных процессов;
- определение устойчивости технологических процессов и рабочих параметров изделий;
- создание и испытание специальных установок и стендов для исследования отдельных вопросов технологии изготовления деталей;
- исследование технико-экономической эффективности новых технологических средств повышения производительности технологических процессов, качества, надежности деталей;

- исследование обрабатываемости новых материалов или материалов со специальными свойствами различными методами размерной обработки деталей;
- исследование кинематической точности, жесткости, виброустойчивости новых металлорежущих станков (или отдельных узлов), многооперационных станков, других станков с ЧПУ, роботов, манипуляторов;
- исследование систем управления станками, способов коррекции погрешностей в станках;
- разработка и исследование новых высокопроизводительных режущих инструментов и технологической оснастки;
- исследование влияния технологических сред на эффективность операций обработки резанием.

Также тематика научно-исследовательских работ может включать разработки, выполненные на стыке одной или нескольких областей.

Исследования должны иметь научный характер по теме в целом, если она посвящена узкому вопросу, или представлять законченный раздел комплексной темы.

ВКР научно-исследовательского характера включает:

- 1) цели и задачи проведения исследований;
- 2) теоретические и экспериментальные исследования изучаемого объекта;
- 3) технический отчет о проведенном исследовании;
- 4) графический материал, отражающий результаты исследований;
- 5) конструкторские разработки, сделанные для осуществления исследований.

7.3.2. Содержание пояснительной записки

Пояснительная записка представляет собой отчет по проделанной научно-исследовательской работе со следующими разделами:

1. Обзор, отражающий состояние вопроса по теме и обосновывающий, с технической и экономической точек зрения, необходимость проведения данных исследований.

2. Методика проведения работы в целом и выполнение отдельных исследований с описанием и обоснованием используемого оборудования, приборов, способов проведения экспериментов и характера математической обработки результатов исследований.

3. Исследовательская часть, где отражаются результаты всех исследований и делаются выводы по каждому вопросу отдельно и по работе в целом. Здесь же отмечается, насколько глубоко решена поставленная задача и каковы перспективы дальнейших исследований. Особенно четко следует сформулировать полученные научные и практические результаты.

4. Данные о практическом использовании или перспективе использования результатов исследования. Вопросы организации проведения исследования и практического использования полученных результатов.

5. Расчет технико-экономических показателей от использования результатов исследований.

6. Вопросы техники безопасности при проведении исследований и использовании их результатов

7.3.3. Графическая часть работы

Содержание графической части работы устанавливается студентом по согласованию с руководителем проектирования. Графический материал должен содержать сведения, необходимые и достаточные для защиты результатов научно-исследовательской работы.

Рекомендуемое содержание листов графической части:

- данные, иллюстрирующие выводы о необходимости проведения исследований на данную тему;

- материалы, характеризующие методическую часть работы, а именно: различные схемы, чертежи разработанных или усовершенствованных устройств и приспособлений, контрольно-измерительных приборов, инструментов и т. д.;

- графики, таблицы, математические формулы и иные материалы (микрофото, осциллограммы и т. д.), иллюстрирующие проведение исследований;

- чертежи изделий, устройств и схемы процессов, которые были использованы в ходе исследований, результаты проведенных исследований;

- если исследование носит не эпизодический характер, а может углубляться при решении различных вопросов, то приводится планировка лаборатории или ее участка с подбором оборудования и приборов и рациональным его размещением.

8. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ВКР

8.1. Общие правила

Текст ВКР, его оформление должны соответствовать требованиям СТО 4.2–07–2014.

Текст печатают на белых листах (без рамки) с соблюдением следующих требований:

- на одной стороне листа белой бумаги;
- формат бумаги – А4 (21 см × 29.7 см);

- шрифт Times New Roman;
- размер шрифта 14;
- ориентация книжная;
- межстрочный интервал одинарный или полуторный;
- абзацный отступ 12,5 мм;
- поля: левое – 30 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, правое – 10 мм;
- выравнивание по ширине.

Пояснительные записки, оформленные не в соответствии с требованиями СТО 4.2–07–2014, к защите не принимаются.

Каждый структурный элемент текстового документа начинают с новой страницы.

Заголовки структурных элементов «РЕФЕРАТ», «СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ, УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СИМВОЛОВ, ТЕРМИНОВ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ», «ПРИЛОЖЕНИЕ» располагают посередине строки и печатают прописными буквами полушириным шрифтом. Заголовки отделяют от текста интервалом в одну строку, не подчеркивают и не нумеруют.

Все страницы текстового документа, включая иллюстрации и приложения, нумеруют арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему документу без пропусков, повторений, литерных добавлений. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа.

На первых трех листах номера страниц не проставляются. Первой страницей, имеющей номер (номер «4») является «СОДЕРЖАНИЕ».

Следует обратить внимание на ряд следующих требований к оформлению текста:

1. Не ставится пробел после открывающих скобок и кавычек, перед закрывающими скобками и кавычками, перед знаками препинания (. , ; ! ?).

2. В русском тексте (включая список использованных источников) необходимо придерживаться только такой формы кавычек «...», а не "...” (в английском тексте используются кавычки вида "...").

3. Никаких интервалов ни после, ни перед абзацами не устанавливается.

4. При наборе текста не следует делать жесткий перенос слов со знаком переноса.

5. При использовании в тексте условных обозначений, изображений или знаков, не установленных действующими стандартами, они должны быть расшифрованы при первом появлении их в тексте.

6. Если в тексте принята особая система сокращения слов, то их необходимо расшифровать непосредственно в тексте при первом упоминании и привести перечень принятых сокращений в структурном элементе «СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ».

Пример – ... информационно-аналитический комплекс (ИАК).

7. В подрисуночных надписях и заголовках рисунков, таблиц, разделов (подразделов, пунктов) сокращение слов и словосочетаний не допускается.

8. Цифровой материал отражается только арабскими цифрами, за исключением общепринятой нумерации кварталов, полугодий, которые обозначаются римскими цифрами.

9. При представлении ряда количественных величин одной и той же размерности единица измерения указывается только после последнего числа. Между значением и единицей измерения необходимо вставлять пробел (например: 32 °С, 46 %, 12 тыс. р.).

10. Для количественных величин, имеющих два предела, единица измерения пишется только один раз при второй цифре.

11. Необходимо различать в тексте дефис (-) (например: черно-белый, бизнес-план и т. д.) и тире (—), формируемое командой клавиш (Ctrl + «-» на цифровой панели).

12. Для предупреждения появления большого интервала между символами, сокращениями и т. п., а также разрыва из-за переноса на следующую строку, рекомендуется вставлять знак «неразделимый пробел» – непечатаемый символ «°» – комбинацией клавиш (Ctrl+Shift+<пробел>) (например: г. Мурманск, Иванов А. А., т. п., 5 тыс. р.).

Перед тем, как ВКР будет переплетена и представлена на кафедре, нужно проверить:

1) идентичность заголовков в содержании и в работе, а также их общую согласованность;

2) правильность последовательности листов и их размещения относительно корешка;

3) наличие ссылок на рисунки, таблицы, приложения, литературу; правильность этих ссылок; правильность нумерации и последовательность рисунков, таблиц, приложений; общую редакционную согласованность заголовков таблиц и надписей;

4) наличие подписей на заполненных титульном листе и бланке задания;

5) наличие сквозной нумерации страниц и соответствие ей содержания.

8.2. Оформление заголовков разделов

Текст основной части работы делят на разделы, подразделы, которые нумеруются арабскими цифрами, заголовки печатаются полужирным шрифтом с абзацного отступа без точки в конце, не подчеркиваются. Переносы слов в заголовке не допускаются. Если заголовок

состоит из двух предложений, их отделяют точкой. При необходимости разделы или подразделы разбивают на пункты и подпункты. При делении текста на пункты и подпункты необходимо, чтобы каждый пункт (подпункт) содержал законченную информацию. Разделы, подразделы, пункты и подпункты нумеруют арабскими цифрами и печатают с абзацного отступа. Заголовки отделяют от текста интервалом в одну строку.

Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всего текста (пример – 1; 2; 3 и т. д.), за исключением приложений. Номера разделов начинаются с цифры 1, далее пробел и собственно заголовок (заголовок первого уровня) с прописной (заглавной) буквы.

Подразделы нумеруют в пределах каждого раздела. Номер подраздела включает номер раздела и порядковый номер подраздела, разделенные точкой (пример – 1.1; 1.2; 1.3 и т. д.). После номера ставится пробел, далее заголовок (заголовок второго уровня) с прописной буквы.

Пункты нумеруют в пределах каждого подраздела. Номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, отделенных точками (пример – 1.1.1; 1.1.2; 1.1.3; 1.1.4 и т. д.). После номера ставится пробел, далее заголовок (заголовок третьего уровня) с прописной буквы.

Пункты при необходимости делят на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта (пример: 1.1.1.1; 1.1.1.2; 1.1.1.3; 1.1.1.4 и т. д.).

Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов. Заголовки разделов, подразделов следует печатать с абзацного отступа без точки в конце, не подчеркивая. Если заголовок включает несколько предложений, их разделяют точками.

Заголовки структурных элементов, разделов (подразделов, пунктов) в содержании должны повторять заголовки в тексте. Сокращать заголовки или давать их в другой формулировке не допускается.

В разделе «СОДЕРЖАНИЕ» заголовки записывают строчными буквами, с первой прописной. После каждого заголовка ставят отточие и приводят номер страницы, на которой начинается данный структурный элемент или раздел (подраздел, пункт).

Номера и заголовки разделов, как и заголовки структурных элементов, записывают с начала строки.

Номера и заголовки подразделов приводят после абзацного отступа, равного двум знакам относительно номеров разделов.

Номера и заголовки пунктов приводят после абзацного отступа, равного двум знакам относительно номеров подразделов.

При необходимости продолжения записи заголовка раздела (подраздела, пункта) на второй (последующей) строке его начинают на

уровне начала этого заголовка на первой строке, а при продолжении записи заголовка приложения – на уровне записи обозначения этого приложения.

8.3. Оформление, расположение и нумерация формул

Формулы набираются с использованием редактора формул Microsoft Equation или Math Type. При этом под «формулой» понимается любая последовательность не менее чем двух символов, не являющаяся словом (названием, аббревиатурой) в русском или каком-либо другом языке. Например, MATLAB является словом (в указанном контексте), $f(x(0))$ – не является словом.

Формулы выделяют из текста в отдельную строку и печатают с абзачного отступа 12,5 мм. Выше и ниже каждой формулы должна быть оставлена одна свободная строка.

Нумерация формул, помещаемых в текст, осуществляется строго последовательно (в порядке расположения в тексте пояснительной записки) в пределах документа, в круглых скобках, арабскими цифрами, начиная с 1. Номер указывают в круглых скобках в крайнем правом положении на строке на уровне формулы. Допускается нумеровать формулы в пределах каждого раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой. При этом нумеруются только те формулы, на которые имеются ссылки в тексте.

Текст формулы выравнивается по левой стороне на расстоянии 1,25 см от левого края текста (с красной строки) независимо от того, нумеруется или не нумеруется данная формула:

$$\begin{aligned} Y &= F^2(x, z, t) \\ u &= F(y - y_{\text{зад}}) \end{aligned} \quad (1)$$

Формулы, помещаемые в таблицах или в поясняющих данных к иллюстрациям, не нумеруют.

Формулы, приведенные в приложении, обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами. Перед номером формулы ставят обозначение приложения. Номер формулы и обозначение приложения разделяют точкой.

При последовательном написании формул следует обратить внимание на знаки препинания, поскольку формулы являются элементом предложения.

Если формула не умещается в одну строку, то ее переносят на следующую строку на знаках выполняемых операций, причем знак

в начале следующей строки повторяют. При этом выравнивание второй строки формулы остается прежним – 1,25 см от левого края текста, как это показано в примере с формулой (2):

Пример

$$\theta_{yzmi}(t, v, s, \tau) = M(M(y(t)x(s) - M_y(t) \times \\ \times (M(z(v)u(\tau) - M_z(v))) \quad (2)$$

При ссылке на формулу следует указать ее полный номер в скобках, например: «... согласно формуле (2)...» или «...на основании выражения (7) ...».

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой, в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки. Первую строку пояснения начинают со слова «где», без двоеточия после него.

Например:

Абсолютное снижение трудовых затрат (ΔT):

$$\Delta T = T_0 - T_1,$$

где T_0 – трудовые затраты на обработку информации по базовому варианту; T_1 – трудовые затраты на обработку информации по предлагаемому варианту.

Одинаковые буквенные обозначения величин, повторяющиеся в нескольких формулах, поясняют один раз при первом упоминании. При повторном их применении делают запись, например: T_1 – то же, что и в формуле (1).

Для набора переменных (латинских букв) следует использовать шрифт Times, *курсив*, нежирный (устанавливается в настройках редактора формул), например: t, V, U, P . Для набора цифр следует использовать шрифт Times, не курсив, нежирный (устанавливается в настройках редактора формул), например: 1, 2, 15. Размер шрифта для переменных и цифр – 14 пунктов. Размеры остальных элементов формул оставляем соответствующие стандартным настройкам редактора:

- крупный индекс – 58 %;
- малый индекс – 42 %;
- крупный символ (знаки суммы, интеграла) – 150 %;
- малый символ – 100 %.

Для обозначения векторов, матриц допустимо использование других элементов стилистического оформления шрифтов, например: не курсивных жирных букв, шрифта Arial и т. п.

Для стандартных функций (тригонометрических, логарифмических и т. п.), а также для специальных символов (sup, inf и т. п.) следует использовать шрифт Times, нежирный, не курсив (что соответствует стандартным настройкам редактора формул), например:
 $\exp(\sin x) = e$

8.4. Оформление таблиц

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Таблицы в тексте должны быть выполнены в редакторе Microsoft Word (не сканированы и не в виде рисунка) и помещаются в тексте в порядке ссылки на них.

Таблицу следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице, а при необходимости в приложении к работе.

Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа документа (лист альбомной ориентации).

Над таблицей помещают слово «Таблица» без абзацного отступа, затем – номер таблицы, через тире – наименование таблицы. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким.

Название таблицы отделяется от основного текста и самой таблицы пустой строкой.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, нумеруют арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумерация таблиц в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, отделенных точкой. Пример: «Таблица 2.3 – Название таблицы».

Таблицы, приведенные в приложении, нумеруют отдельной нумерацией арабскими цифрами, добавляя перед номером обозначение приложения. Номер таблицы и обозначение приложения разделяют точкой.

На все таблицы должны быть ссылки в работе. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера, например: «Материалы ... представлены в таблице 1.5».

Головку таблицы рекомендуется отделять от остальной части таблицы двойной линией. Структура таблицы приведена на рис. 7.1.

Заголовки граф и строк таблицы печатают с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком граф, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение.

Заголовки граф выравнивают по центру и располагают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Разделять заголовки и подзаголовки граф и боковика диагональными линиями не допускается.

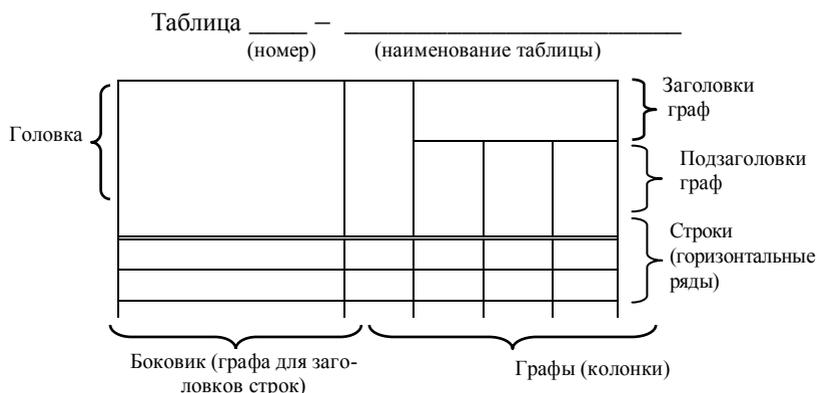


Рис. 7.1. Структура таблицы

В конце заголовков и подзаголовков граф таблицы точки не ставят.

Пример

Таблица 1 – Выбор универсальных средств контроля деталей

Обозначение размера	Допуск в мкм	$\Delta_{изм.в}$ мкм.	Универсальное средство (СИ)				
			Наименование и тип	Предел изм.	$\Delta_{СИ}$ в мкм	Цена деления	Условия измерений
	16	5	Микрометр рычажный	25–50	4,5	0,002	Прибор находится на стойке
	19	5	Микрометр рычажный	50–75	3	0,002	Прибор на нуль КМД

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другой лист (страницу). При переносе части таблицы на другой лист (страницу) слово «Таблица» и номер ее указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями слева, без абзачного отступа пишут «Продолжение таблицы ...», а для обозначения последней части таблицы пишут «Окончание таблицы ...» и указывают номер таблицы, например: «Продолжение таблицы 2.1» или «Окончание таблицы 2.1».

При переносе таблицы на все последующие страницы допускается заменять ее головку строкой нумерации боковика и граф. При этом на первой странице таблицы, после ее головки, приводят строку с номерами боковика и граф, отделяя ее от основной части таблицы двойной линией, а от головки одинарной.

Форматирование таблицы: шрифт Times New Roman обычный, размер шрифта 10 или 12 пт, межстрочный интервал – одинарный.

Оформление таблиц в отчете должно соответствовать ГОСТ Р 1.5–2004 и ГОСТ 2.105–95.

После таблицы оставляется одна пустая строка и продолжается печать основного текста.

При наличии в текстовом документе небольшого по объему цифрового материала его рекомендуется приводить в текстовой части документа, располагая цифровые данные в виде колонок.

Пример: ... предельные отклонения размеров профилей всех номеров:

по высоте	$\pm 2,5 \%$
по ширине полки	$\pm 1,5 \%$
по толщине стенки	$\pm 0,3 \%$

В таблице рекомендуется использовать размер шрифта 10, 12 Times New Roman.

8.5. Оформление рисунков (иллюстраций)

Все иллюстрации (фотографии, схемы, чертежи, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки и пр.) относятся к рисункам. Рисунки размещаются в рамках рабочего поля. Допускается использование рисунков в форматах JPEG и GIF. Они должны допускать перемещение в тексте и возможность изменения размеров и быть представлены единым элементом. Используемое в тексте сканированное изображение должно иметь разрешение не менее 300 точек на дюйм. Иллюстрации могут быть чернобелые и цветные.

На все иллюстрации должны быть даны ссылки в работе. Рисунки следует располагать непосредственно после текста (ссылки), в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Если рисунок занимает около одной страницы, то целесообразно поместить его на отдельной странице сразу после страницы с первым упоминанием о нем.

Иллюстрации, за исключением иллюстрации приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Слово «Рисунок» и его наименование располагают посередине строки и под рисунком.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. Нумерация должна быть сквозной. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например: Рисунок 1.2.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и его наименование помещают под рисунком с выравниванием по центру.

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например: «Рисунок П.4».

При ссылках на иллюстрации в пределах нумерации раздела следует писать например: «... в соответствии с рисунком 1.2 ...» или «... согласно представленному на рисунке 2.3 ...».

Пример

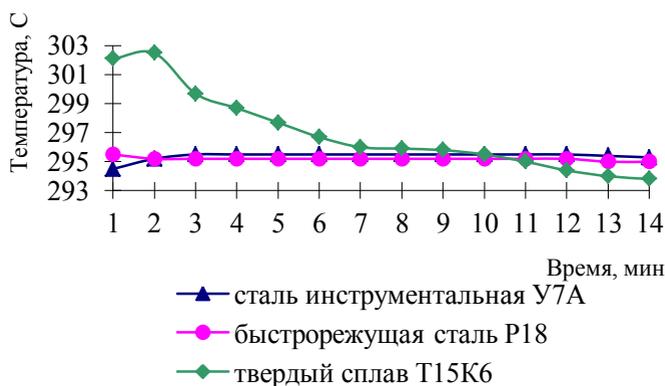


Рисунок 8.2 – Изменение температурного градиента в поверхностных слоях инструментального материала

Положение рисунка, согласно текстового редактора MS Word («формат фигуры») – «в тексте». После подрисуночной подписи оставляется одна пустая строка и продолжается печать текста.

8.6. Оформление библиографических ссылок и списка использованных источников

При использовании в текстовом документе материалов (формул, таблиц, цитат, иллюстраций и т.п.) из других документов необходимо дать библиографическую ссылку на документ, из которого был заим-

ствован материал. Библиографическую ссылку составляют по ГОСТ Р 7.0.5.

Библиографическую ссылку оформляют в виде отсылки к списку, помещаемой внутри текста. Отсылку, содержащую порядковый номер источника, на который ссылаются, приводят в квадратных скобках.

Примеры

1. А. Б. Евстигнеев [13] и В. Е. Гусев [27] считают, что ...

2. Интересный обзор зарубежной практики модернизации производства содержится в монографии И. И. Русинова [3].

Если ссылаются на конкретный фрагмент текста документа, в отсылке указывают порядковый номер документа в списке и страницы, на которых помещен объект ссылки, сведения разделяют запятой:

Пример В своей книге А. Д. Галанин [20, с. 29] писал: «...».

При ссылке на многотомный документ в целом в отсылке указывают также обозначение и номер тома (выпуска, части и т. п.).

Пример [18, т. 1, с. 75].

Если заимствуется идея, общая для разных работ одного или нескольких авторов, то в скобках группы сведений разделяют знаком «точка с запятой».

Пример Ряд авторов [59; 67, с. 40–46; 82] считают, что:...

Список использованных источников помещают в конце текстового документа перед приложениями. Сведения об источниках в списке приводят в виде библиографических записей, составленных по ГОСТ 7.1, ГОСТ 7.80 и ГОСТ 7.82. При составлении библиографического описания допускается применять сокращение отдельных слов и словосочетаний. Сокращения должны соответствовать требованиям ГОСТ 7.11 и ГОСТ Р 7.0.12.

Все библиографические записи нумеруют арабскими цифрами, начиная с 1, и печатают с абзацного отступа. Нумерация должна быть сквозной для всего списка.

Применяется *алфавитный способ группировки*: все библиографические записи располагают по алфавиту фамилий авторов или первых слов заглавий документов, описания которых составлены под заглавием. Библиографические записи произведений одного автора помещают по алфавиту заглавий. Библиографические записи произведений авто-

ров-однофамильцев располагают в алфавите их инициалов, библиографические записи стандартов и других нормативных документов – в порядке возрастания регистрационных номеров обозначений.

При наличии в списке документов на других языках, кроме русского, образуют дополнительный алфавитный ряд, который располагают после изданий на русском языке.

Ниже приведены примеры оформления библиографических записей документов в списке использованных источников.

Нормативные законодательные акты

В списке использованных источников должно быть указано полное название акта, дата его принятия, номер, а также официальный источник опубликования.

Пример – О противодействии терроризму: федер. закон Рос. Федерации от 6 марта 2006 г. № 35-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 26 февр. 2006 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 1 марта 2006 г. // Рос. газ. – 2006. – 10 марта.

Стандарты и другие нормативные документы

ГОСТ 2.316–2008 Единая система конструкторской документации. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения. – Взамен ГОСТ 2.316–68 ; введ. 01.07.2009. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 12 с.

СТО 4.2–22–2009 Система менеджмента качества. Организация учета и хранения документов. – Введ. 22.12.2009. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 41 с.

Патентные документы

Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК⁷ Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередаточное устройство / В. И. Чугаева ; заявитель и патенто-обладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. – № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.

А. с. 1007970 СССР, МКИ³ 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.

Книги одного автора

Калыгин, В. Г. Промышленная экология : учеб. пособие / В. Г. Калыгин. – Москва : Академия, 2004. – 431 с.

Макаров, Е. Ф. Справочник по электрическим сетям : в 6 т. / Е. Ф. Макаров ; под. ред. И. Т. Горюнова, А. А. Любимова. – Москва : Папирус Про, 2003. – Т.2. – 622 с.

Книги двух авторов

Агафонова, Н. Н. Гражданское право : учеб. пособие для вузов / Н. Н. Агафонова, Т. В. Богачева ; под. общ. ред. А. Г. Калпина ; Минобщ. и проф. образования РФ, Моск. гос. юрид. акад. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва : Юрист, 2002. – 542 с.

Гудников, В. А. Экологическая экспертиза. Т. 1. Градостроительная документация. Сборник законодательных и нормативных документов / В. А. Гудников, В. Н. Седых. – Москва : Энергосервис, 2005. – 560 с.

Книги трех авторов

Киричек, А. В. Технология и оборудование статико-импульсной обработки поверхностным пластическим деформированием : науч. изд. / А. В. Киричек, Д. Л. Соловьев, А. Г. Лазуткин. – Москва : Машиностроение, 2004. – 287 с.

Дикаревский, В. С. Обработка осадков сточных вод : учеб. пособие / В. С. Дикаревский, В. Г. Иванов, Н. А. Черников. – Санкт-Петербург : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2001. – 36 с.

Книги четырех и более авторов

Маркетинговые исследования в строительстве : учеб. пособие для студентов спец. «Менеджмент организаций» / О. В. Михненко, И. З. Коготкова, Е. В. Генкин, Г. Я. Сороко. – Москва : Гос. ун-т управления, 2005. – 59 с.

Интегрированный урок по химии : метод. рекомендации / С. Г. Ахмерова [и др.]. – Уфа : БИРО, 2002. – 15 с.

Книги под заглавием

Актуальные проблемы социального менеджмента [текст] : научный сборник / Сарат. техн. ун-т ; ред. А. С. Борщов. – Саратов : Аквариус, 2002. – 210 с.

Управление бизнесом : сб. статей. – Нижний Новгород : Изд-во Нижегородского ун-та, 2009. – 243 с.

На пути к гражданскому обществу : материалы междунар. науч.-практ. конф., 6–7 дек. 2002 г. / под ред. О. П. Дроздова. – Санкт-Петербург, 2003. – 98 с.

Диссертации

Покровский, А. В. Устранимые особенности решений эллиптических уравнений : дис. ... д-ра физ.-мат. наук : 01.01.01 / Покровский Андрей Владимирович. – Москва, 2008. – 178 с.

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

Авторефераты диссертаций

Меркулова, М. Е. Архитектура Красноярска XIX – начала XX века. Стилиевые характеристики : автореф. дис. ... канд. искусствоведения: 18.00.01 / Меркулова Мария Евгеньевна. – Москва, 2005. – 24 с.

Лукина, В. А. Творческая история «Записок охотника» И. С. Тургенева: автореф. дис. ... канд. филол. наук : 10.01.01 / Лукина Валентина Александровна. – Санкт-Петербург, 2006. – 26 с.

Отчеты о научно-исследовательской работе

Методология и методы изучения военно-профессиональной направленности подростков : отчет о НИР / Загорюев А. Л. – Екатеринбург : Уральский институт практической психологии, 2008. – 102 с.

Формирование генетической структуры стада [текст] : отчет о НИР (промежуточ.) / Всерос. науч.-исслед. ин-т животноводства ; рук. Попов В. А. ; исполн.: Алешин Г. П., Ковалева И. В., Латышев Н. К., Рыбакова Е. И., Стриженко А. А. – Москва, 2001. – 75 с.

Электронные ресурсы

О естественных монополиях [Электронный ресурс] : федер. закон от 17.08.1995 № 147-ФЗ ред. от 25.06.2012 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

Исследовано в России [Электронный ресурс] : многопредмет. науч. журн. / Моск. физ.-техн. ин-т. – Электрон. журн. – Долгопрудный : МФТИ, 1998. – Режим доступа: <http://zhurnal.mipt.rssi.ru>.

Насырова, Г. А. Модели государственного регулирования страховой деятельности [Электронный ресурс] / Г. А. Насырова // Вестник Финансовой академии. – 2003. – № 4. – Режим доступа: [http://vestnik.fa.ru/4\(28\)2003/4.html](http://vestnik.fa.ru/4(28)2003/4.html).

Астафьева, Е. А. Материаловедение. Микроструктура железоуглеродистых сплавов [Электронный ресурс] : лаб. практикум / Е. А. Астафьева, О. Ю. Фоменко. – Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2003. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Электронный каталог ГПНТБ России [Электронный ресурс] : база данных содержит сведения о всех видах лит., поступающей в фонд ГПНТБ России. – Москва, [199–]. – Режим доступа: <http://www.gpntb.ru/win/search/help/el-cat.html>.

Устройство комплектное распределительное напряжением 6–10 кВ на токи 630–2000 А СЭЩ[®]-63 (К-63): техн. информация: ТИ – 071-2009, версия 2.8 / ЗАО «ГК «Электрощит» – ТМ Самара». // ЗАО Группа Компаний ЭЛЕКТРОЩИТ [сайт]. – Самара, 2013. – Режим доступа : <http://www.electroshield.ru>

Логинова, Л. Г. Сущность результата дополнительного образования детей // Образование: исследовано в мире : междунар. науч. пед. интернет-

журн. 21.10.03. – URL : <http://www.oim.ru/reader.asp?nomers=366> (дата обращения: 17.04.07).

8.7. Оформление приложений

Приложения оформляют как продолжение материала ВКР на последующих его страницах (после списка использованных источников). В тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа.

В приложения могут быть вынесены:

- формы первичных документов (как спроектированные автором, так и заимствованные);
- «шапки» форм выходных документов;
- экранные и печатные формы выходных документов;
- программы обработки информации, разработанные автором;
- вводные и отчетные формы о деятельности анализируемого объекта;
- математические выкладки и расчеты;
- таблицы со вспомогательными цифрами;
- копия письма-заказа от предприятия на разработку ВКР и копия справки о результатах внедрения в производство.

При включении в проект более одного приложения впереди всех приложений на отдельном листе пишется прописными буквами «ПРИЛОЖЕНИЯ».

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» с выравниванием от центра.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А (за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ), которые приводят после слова «ПРИЛОЖЕНИЕ». Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Если в документе одно приложение, оно обозначается «ПРИЛОЖЕНИЕ А».

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы и пункты, которые нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого приложения, добавляя перед номером обозначение приложения.

Если приложение представлено в виде таблицы и расположено на нескольких страницах, то на последующих страницах приложения пишут с начала строки «Продолжение приложения» или «Окончание

приложения», указывают его обозначение, отделяют интервалом в одну строку и, повторяя головку таблицы, продолжают таблицу.

Приложения могут быть оформлены как продолжение данного документа на последующих его листах или в виде отдельного документа (отчет о патентных исследованиях, программа и методика испытаний, инструкция, смета и пр.).

Приложения, выполняемые как продолжение данного текстового документа, должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Если приложение выполнено в виде отдельного самостоятельного документа, то его вкладывают в текстовый документ, при этом на титульном листе самостоятельного документа под его наименованием указывают слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его обозначение. Страницы этого приложения включают в общую нумерацию страниц текстового документа.

В тексте на приложение ссылаются следующим образом: «см. приложение Г».

8.8. Оформление графических материалов

Чертежи (схемы, карты технологического процесса) выполняют на листах формата А1 (594×841 мм) по ГОСТ 2.301–68 с соблюдением следующих требований:

- Плотность заполнения листа должна составлять не менее 70 %;
- Каждый лист снабжают рамкой и основной надписью. Основную надпись выполняют в соответствии с приложением И.
- Основную надпись располагают в правом нижнем углу листа.

Допускается выполнять надписи и изображения на плакатах в цвете.

Карты технологического процесса оформляют на листах формата А1. Если описание технологического процесса оформляют на нескольких чертежных листах, то на последнем листе выполняют основную надпись по форме 1, а на остальных по форме 2 (15×185) в соответствии с ГОСТ 2.104–68.

На первом листе сверху пишут заголовок «Технологический процесс механической обработки». Остальное поле чертежа разбивают на графы. Ширина граф должна быть достаточной для записи необходимой информации.

Операции отделяются друг от друга основной линией.

Графы и строки обводят основными линиями по ГОСТ 2.303–68.

Текстовую часть технологической карты выполняют по ГОСТ 2105–95, ГОСТ 3.1702–79 и ГОСТ 31104–81. Запись информации должна соответствовать технологической последовательности

выполнения операций и переходов. Операции нумеруются числами арифметической прогрессии: 05, 10, 15, 20, При большом числе операций к числам слева добавляют нули: 005, 010, 015 и т. д. Переходы нумеруются числами натурального ряда: 1, 2, а установы – прописными буквами русского алфавита (А, Б, В, ...). Позиции, обрабатываемые в операции, и оси симметрии допускается нумеровать римскими цифрами (I, II, III, ...). Размерные характеристики и обрабатываемые поверхности обозначают арабскими цифрами.

Общие требования к содержанию карт технологического процесса рассматриваются в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Общие требования к содержанию карт технологического процесса

Оборудование	Наименование и модель станка
Приспособление	Наименование зажимных приспособлений, необходимых для установки и закрепления детали. Для стандартных или нормализованных приспособлений указывают соответствующие нормативно-технические документы (НТД) и их номера, определяющие конструкцию приспособлений, ГОСТ, ОСТ, РОТ, отраслевую нормаль
Охлаждение	Наименование, марка смазывающе-охлаждающей жидкости, НТД и её состав
Инструмент: а) вспомогательный	Наименование, тип, НТД вспомогательных инструментов и приспособлений, не влияющих на «базирование», закрепление и обработку детали, но необходимых для выполнения технологического процесса её обработки; хомутики, люнеты, патроны для крепления сверл и прочие.
б) режущий	Наименование, его код по соответствующему НТД, марка материала режущей части, номер НТД. Например: Резец 2054 Т15К6 ГОСТ 23046–79.
в) измерительный	Наименование, тип, пределы измерения прибора, точность отсчета, НТД. Например: Микрометр гладкий МК 25–50–0,01 ГОСТ 183–83

Не разрешается делать ссылки на стандарты и нормы предприятий.

Операционные эскизы к технологическому процессу выполняют в одном масштабе или одинаковых пропорциях. Деталь на эскизе изображают в её рабочем положении. Если эскиз разработан к нескольким операциям, допускается изображать деталь в нерабочем положении. Если в процессе операции необходимо переустановить деталь, то на карте эскизов или на соответствующем поле чертежного листа следует вычерчивать эскиз после её обработки на каждой установке. Обрабатываемые поверхности детали обводятся линиями толщиной в 2 раза больше, чем основные.

На эскизе изделия указывают размеры с предельными отклонениями, допуски формы и расположения поверхностей, шероховатость, базы, зажимные и установочно-зажимные элементы, необходимые для выполнения операции, упрощенное изображение режущего инструмента.

Шероховатость поверхностей обозначают в соответствии с ГОСТ 2.309–73, устанавливающим обозначение шероховатости поверхностей и правила нанесения их на чертежах изделий. Термины и определения основных понятий по шероховатости устанавливает ГОСТ 22142–82. Параметры и характеристики шероховатости поверхности устанавливает ГОСТ 2789–73.

Обозначение опор, зажимов, установочно-зажимных устройств должны соответствовать ГОСТ 3.1107–81.

На эскизах и операциях все размеры или конструктивные элементы обрабатываемых поверхностей обозначают арабскими цифрами. Номер размера или конструктивного элемента проставляют в окружности диаметром 6–8 мм и соединяют с размерной или выносной линией. При необходимости на свободном поле справа или под изображением детали можно помещать технические требования, излагаемые в соответствии с ГОСТ 2.316–68, а также таблицы и поясняющие изображения.

При выполнении чертежей следует руководствоваться требованиями соответствующих стандартов ЕСКД или СПДС, или ЕСТД, или ЕСПД, или Горной графической документации.

Чертежи выполняют в оптимальных масштабах по ГОСТ 2.302 с учетом их сложности и насыщенности информацией.

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.

Масштабы увеличения: 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1; $(100n):1$, где n – целое число.

При проектировании генеральных планов крупных объектов допускается применять масштабы 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:20000;

Надписи на чертежах выполняют стандартным чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304.

8.9. Требования к обозначению работ

Пояснительной записке и графическому материалу БР присваивают буквенно-цифровое обозначение по ГОСТ 2.201, или ГОСТ 34.201, или ГОСТ Р 21.1101 (в зависимости от специальности). При этом в структуре буквенно-цифрового обозначения по ГОСТ 2.201 и ГОСТ 34.201 вместо кода организации-разработчика, а по ГОСТ Р 21.1101 вместо базового обозначения нужно указать сокра-

щенное наименование выполненной работы и, через дефис, код специальности (специализации).

Буквенно-цифровое обозначение указывают в графе 2 основной надписи (приложение И) на каждом листе пояснительной записки и графического материала.

Примеры

1. Пример обозначения сборочного чертежа в составе ВКР студента, обучающегося по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»:

БР-15.03.05 XXXXXX.XXX СБ

где БР – сокращенное наименование выполненной **бакалаврской работы**; 15.03.05 – код направления бакалавриата; XXXXXX – код классификационной характеристики изделия (присваивают разрабатываемому изделию по классификатору ЕСКД); XXX – порядковый регистрационный номер детали; Б – код документа.

2. Пример обозначения пояснительной записки в составе бакалаврской работы студента, обучающегося по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»:

БР-150305 XXXXXX.000 ПЗ

Примеры выполнения титульного листа ВКР, задания на проектирование и других обязательных и рекомендуемых документов приведены в приложениях

Нормативно-технические документы

ГОСТ 2.309–73. Обозначение шероховатости поверхностей и правила нанесения их на чертежах изделий.

ГОСТ 22142–82. Термины и определения основных понятий по шероховатости.

ГОСТ 2789–73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.

ГОСТ 3.1107–81. Обозначение опор, зажимов, установочно-зажимных устройств.

ГОСТ 25346–89. Единая система допусков и посадок.

СТО 4.2–07–2014. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности.

9. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

1. Выполнение выпускной квалификационной работы является заключительным этапом обучения студентов в вузе и имеет своей целью:

– систематизацию, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по специальности и применение этих знаний при решении конкретных научных, технических, экономических и производственных задач, а также задач культурного строительства;

– развитие навыков ведения самостоятельной работы и овладение методикой исследования и экспериментирования при решении разрабатываемых в ВКР проблем и вопросов;

– выяснение подготовленности студентов для самостоятельной работы в условиях современного производства, прогресса науки, техники и культуры.

Следует иметь четкое представление о том, что за принятые в работе решения и за правильность и обоснованность всех данных отвечает студент – автор выпускной работы.

2. Тематика выпускных работ должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки и техники. При выборе тематики рекомендуется отдавать предпочтение тем темам, которые обеспечивают решение реальных задач народного хозяйства, науки и культуры. Темы работ определяются выпускающими кафедрами. Общий перечень тем выпускных работ ежегодно обновляется.

3. Студентам предоставляется право выбора темы выпускной работы. Студент может предложить для выпускной работы свою тему с необходимым обоснованием целесообразности её разработки. Основанием для выбора темы может служить, в том числе, и заявки предприятий на разработку, что оформляется соответствующими документами (Приложения Б и В).

Закрепление за студентом темы выпускной работы по его лично-му письменному заявлению по представлению кафедры оформляется приказом директора вуза (или по его поручению деканом факультета).

В соответствии с темой работы руководитель работы выдает студенту задание по изучению объекта практики и по сбору материала к выпускной работе.

Студенту выдается задание на выпускную работу, составленное руководителем и утвержденное заведующим кафедрой, с указанием срока окончания (Приложение А). Форма задания устанавливается выпускающей кафедрой и утверждается деканом факультета. Это задание вместе с работой представляется в ГЭК.

4. Приказом директора (или по его поручению деканом факультета) по представлению кафедры назначаются руководители выпускных

работ из числа профессоров и доцентов данного вуза. Руководителями могут быть научные сотрудники и высококвалифицированные специалисты других учреждений и предприятий, а также наиболее опытные преподаватели и научные сотрудники данного вуза.

Руководитель выпускной работы:

- выдает задание на выпускную работу;
- оказывает студенту помощь в разработке календарного графика работы на весь период проектирования (выполнения выпускной работы);
- рекомендует студенту необходимую основную литературу, справочные и архивные материалы, типовые проекты и другие источники по теме;
- проводит систематические, предусмотренные расписанием, беседы со студентом и дает ему консультации, назначаемые по мере надобности;
- проверяет выполнение работы (по частям или в целом).

5. По предложению руководителя выпускной работы в случае необходимости кафедре предоставляется право приглашать консультантов по отдельным разделам ВКР за счет лимита времени, отведенного на руководство выпускной работой.

Консультантам по отдельным разделам выпускной работы могут назначаться профессора и преподаватели высших учебных заведений, а также высококвалифицированные специалисты и научные работники других учреждений и предприятий. Консультанты проверяют соответствующую часть выполненной студентом работы и ставят на ней свою подпись.

6. Выпускная работа выполняется на основе глубокого изучения литературы по специальности (учебников, учебных пособий, монографий, периодической литературы, технических журналов и т. д.).

В каждой работе должна быть разработана основная тема в соответствии с программой, одобренной кафедрой, в том числе отдельные современные и перспективные теоретические и практические вопросы. Каждая работа должна иметь соответствующие экономические обоснования.

7. Пояснительная записка к выпускной работе должна в краткой и четкой форме раскрывать теоретический замысел работы, содержать методы исследования, принятые методы расчета и сами расчеты, описание проведенных экспериментов, их анализ и выводы по ним, технико-экономическое сравнение вариантов и при необходимости сопровождаться иллюстрациями, графиками, эскизами, диаграммами, схемами и т.п.

В тех случаях, когда в работах содержатся сложные математические расчеты, для их проведения, как правило, применяется электронно-вычислительная техника.

Пояснительная записка и выпускная работа должны быть подготовлены с использованием компьютерной верстки. Примеры оформления титульного листа приведены в Приложениях Е, Ж.

Чертежи по формату, условным обозначением, шрифтами и масштабам должны строго соответствовать требованиям действующих государственных стандартов (Приложение И). Как правило, чертежи выполняются с использованием современных графических средств с последующим представлением их в твердой копии.

8. Студент может по рекомендации кафедры представить дополнительно краткое содержание выпускной работы на одном из иностранных языков, которое оглашается на защите и может сопровождаться вопросами к студенту на этом языке.

9. Работа над выпускной работой выполняется студентом, как правило, непосредственно в вузе. По отдельным темам ВКР может выполняться на предприятии, в организации, в научных и проектно-конструкторских и других учреждениях.

10. Перед началом выполнения выпускной работы студент должен разработать календарный график работы на весь период с указанием очередности выполнения отдельных этапов и, после одобрения руководителем, представить на утверждение заведующему выпускающей кафедрой.

11. Выпускающая кафедра устанавливает сроки периодического отчета студентов по выполнению выпускной работы. В установленные сроки студент отчитывается перед руководителем и заведующим кафедрой, которые фиксируют степень готовности работы и сообщают об этом декану факультета. За месяц до начала защит на основании проверки готовности работы составляется персональный график защит, который по представлению кафедры утверждается деканом.

12. Законченная выпускная работа, подписанная студентом и консультантами, предоставляется студентом руководителю. После просмотра и одобрения выпускной работы руководитель подписывает её и вместе со своим письменным отзывом (Приложение Г) предоставляет заведующему кафедрой. В отзыве должна быть характеристика проделанной работы по всем разделам работы. Заведующий кафедрой на основании этих материалов решает вопрос о допуске студента к защите, делая об этом соответствующую запись на выпускной работе. В случае если заведующий кафедрой не считает возможным допустить студента к защите ВКР, этот вопрос рассматривается на заседании кафедры с участием руководителя. Протокол заседания кафедры представляется через декана факультета на утверждение директору вуза.

13. Сроки защиты определяются выпускающей кафедрой в соответствии с графиком учебного процесса и утверждаются деканом факультета.

14. Выпускная квалификационная работа после защиты хранится в высшем учебном заведении. При необходимости передачи выпускной работы предприятию (учреждению) для внедрения его в производство с неё снимается копия.

15. В соответствии с Федеральным законом № 273-ФЗ от 29.12.2012 «Об образовании в Российской Федерации», приказом Министерства образования и науки РФ от 29.06.2015 № 636 «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры»; приказом Министерства образования и науки РФ от 09.02.2016 № 86 «О внесении изменений в Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования» устанавливается порядок размещения на корпоративном портале (сайте) СФУ в электронном архиве DSpace по адресу elib.sfu-kras.ru текстов выпускных квалификационных работ обучающихся по программам бакалавриата, магистратуры и подготовки специалистов СФУ и его филиалов.

Размещение в электронном архиве полных текстов ВКР обучающихся является обязательным, за исключением текстов ВКР, содержащих сведения, составляющие государственную тайну. Тексты ВКР, содержащих производственные, технические, экономические, организационные и другие сведения, в том числе о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере и способах осуществления профессиональной деятельности, которые имеют действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности третьим лицам, размещаются на сайте СФУ с изъятием соответствующих сведений.

В соответствии с регламентом размещения на корпоративном сайте СФУ квалификационных работ выпускников (РД РКПВР – 2016) выпускник не позднее чем за два дня до защиты ВКР обязан передать руководителю электронный вариант ВКР (полный текст в формате .doc(.docx, odt), с приложением страниц, содержащих подписи, в формате PDF), оформленный в соответствии с требованиями СТО 4.2-07-2014 «Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности», а также подписанное им согласие на размещение работы в электронном архиве СФУ.

Руководитель ВКР осуществляет проверку соответствия электронного текста ВКР печатному варианту, прошедшему нормоконтроль и имеющему соответствующие подписи, в обязательном порядке осуществляет проверку текста ВКР на объем заимствований (допустимые нормы заимствования устанавливаются институтом самостоятельно, отчет системы «Антиплагиат» прилагается к отзыву руководи-

теля), определяет наличие в тексте ВКР сведений, содержащих государственную тайну или других сведений, которые имеют действительную или потенциальную коммерческую ценность, обеспечивает изъятие из текста ВКР соответствующих сведений.

К защите выпускной квалификационной работы допускается студент, успешно и в полном объеме завершивший освоение основной образовательной программы по специальности.

Защита выпускной квалификационной работы проводится в сроки, оговоренные графиком учебного процесса вуза. Конкретные даты защит намечаются выпускающей кафедрой и утверждаются деканом факультета.

Защита выпускной квалификационной работы проводится на открытых заседаниях ГЭК с участием не менее двух третей ее состава. Персональный состав ГЭК по представлению выпускающей кафедры и согласованию с деканом утверждается приказом ректора вуза. В состав ГЭК входят:

- председатель и его заместитель – ведущие специалисты предприятий и научных учреждений машиностроительного профиля;
- декан факультета или его заместитель;
- заведующий выпускающей кафедрой;
- профессора или доценты выпускающей кафедры;
- профессора или доценты одной из общеобразовательных или общетехнических кафедр.

Перед началом защиты секретарь ГЭК представляет автора и объявляет тему выпускной работы, передает председателю расчетно-пояснительную записку и другие необходимые документы, после чего студент получает слово для доклада. После окончания доклада (10–12 минут) члены ГЭК задают вопросы по работе, которые секретарь заносит в протокол вместе с ответами. Также допускаются вопросы от присутствующих на публичной защите. После ответов на вопросы секретарь зачитывает отзыв руководителя на выпускную работу.

Общее время защиты составляет 45 мин., общее время работы ГЭК в один день – не более 6 час.

После завершения всех назначенных на этот день защит члены ГЭК на закрытом заседании определяют оценку за выполнение и защиту работы по 4-балльной системе и выносят решение о присуждении автору квалификации. Принимается также решение о возможности внедрения и публикации результатов работы, выдаче студенту диплома с отличием (в случае выполнения всех необходимых условий) и возможности продолжения его обучения в магистратуре. При получении студентом неудовлетворительной оценки на защите ГЭК принимает решение о возможности последующей защиты после устранения недостатков в подготовленной выпускной квалификационной работе или смене темы выпускной работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнение выпускной квалификационной работы является завершающим этапом подготовки бакалавров, в процессе которого формируются и закрепляются теоретические знания студента, приобретается опыт самостоятельного решения практических задач, а в итоге обеспечивается требуемая степень подготовленности студента к инженерной деятельности.

В ходе проектирования студенты приобретают опыт самостоятельного решения практических задач, изучают современные технологические процессы изготовления изделий и тенденции их развития, приобретают навыки использования средств вычислительной техники при решении задач. Работа над выпускной квалификационной работой является тем процессом, который дает возможность студентам проявить свои творческие способности, интуицию и фантазию, поскольку принятие решений в проектах не ограничено выбором современного технологического оборудования и средств технологического оснащения.

В методических указаниях приведены рекомендации по разработке технологических процессов механической обработки деталей; общие правила оформления выпускных работ; условные обозначения в документах и на чертежах; рекомендации по выбору и методике расчета технологических параметров, расчета и проектирования средств технологического оснащения, экономического обоснования принятых технических решений.

Настоящие методические указания призваны облегчить работу студента при разработке и оформлении выпускной работы, высвободить время для творческой работы и повысить качество выпускных квалификационных работ.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Форма задания на выпускную квалификационную работу

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАО ВО

«Сибирский федеральный университет»

институт

«Автомобильный транспорт и машиностроение»

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

подпись инициалы, фамилия

ЗАДАНИЕ

НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ в форме бакалаврской работы

Окончание приложения А

Студенту _____

_____ фамилия, имя, отчество

Группа _____ Направление (специальность) 150305 _____

_____ номер

_____ код

« Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» _____

_____ наименование

Тема выпускной квалификационной работы _____

Утверждена приказом по университету № _____ от _____

Руководитель ВКР _____

_____ инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР _____

Перечень разделов ВКР _____

Перечень графического материала _____

Руководитель ВКР _____

_____ подпись

_____ инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению _____

_____ подпись, инициалы и фамилия студента

« ____ » _____ 20__ г.

Приложение Б**Пример бланка письма-заказа от предприятия на разработку ВКР**

Хакасский технический институт –
филиал ФГАОУ ВО «Сибирский
федеральный университет»
Кафедра «Автомобильный
транспорт и машиностроение»

**Письмо-заказ
предприятия на разработку выпускной квалификационной работы**

Предприятие (организация) _____

(полное название, юридический адрес, телефон)
просит поручить студенту _____

(фамилия, имя, отчество, № группы)
разработать выпускную квалификационную работу на тему:

Руководитель предприятия (организации) _____ / _____ /

М.П.

(подпись) (ФИО)

Приложение В

Пример формы справки о внедрении результатов ВКР на предприятии

Хакасский технический институт -
филиал ФГАОУ ВО «Сибирский
федеральный университет»
Кафедра «Автомобильный
транспорт и машиностроение»

Справка о результатах внедрения решений, разработанных в ВКР студентом

В процессе выполнения ВКР по теме: _____

студент _____

(ФИО полностью, специальность/направление подготовки)

принял непосредственное участие в разработке следующих вопросов:

(перечень разработанных вопросов)

Полученные им результаты нашли отражение в методических разработках, в докладных и аналитических записках _____

(наименование организации, предприятия)

В настоящее время методические разработки, включающие результаты данной ВКР, _____

(находятся в стадии внедрения или включены в инструктивные материалы)

Руководитель
организации (подразделения) _____

(подпись)

(ФИО)

М.П.

Приложение Г

Бланк письменного отзыва руководителя ВКР

Министерство образования и науки РФ
Хакасский технический институт – филиал
федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Сибирский федеральный университет»

Кафедра «Автомобильный транспорт и машиностроение»

**ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

На бакалаврскую работу студента

_____ (фамилия, имя, отчество)
выполненную на тему _____

1. Актуальность: _____

2. Новизна: _____

3. Оценка содержания ВКР: _____

4. Положительные стороны: _____

5. Замечания к ВКР: _____

6. Рекомендации по внедрению: _____

7. Рекомендуемая оценка ВКР: _____

8. Дополнительная информация для ГЭК: _____

РУКОВОДИТЕЛЬ _____ (подпись) _____ (фамилия, имя, отчество)

_____ (учёная степень, звание, должность, место работы)

«__» _____ 20__ г.

Приложение Е

Форма титульного листа бакалаврской работы

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАО ВО
«Сибирский федеральный университет»

институт

«Автомобильный транспорт и машиностроение»

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

подпись инициалы, фамилия

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

код – наименование направления

тема

Руководитель _____
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____
подпись, дата инициалы, фамилия

Абакан 20__

Приложение Ж

Форма титульного листа бакалаврской работы с подписью консультанта(ов)

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Хакасский технический институт – филиал ФГАО ВО
«Сибирский федеральный университет»

институт

«Автомобильный транспорт и машиностроение»

кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой

подпись инициалы, фамилия

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

код – наименование направления

тема

Руководитель

подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата инициалы, фамилия

Консультант

подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер

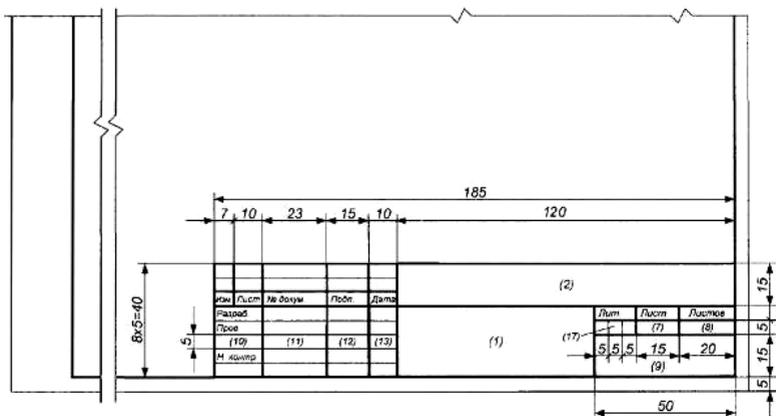
подпись, дата инициалы, фамилия

Абакан 20__

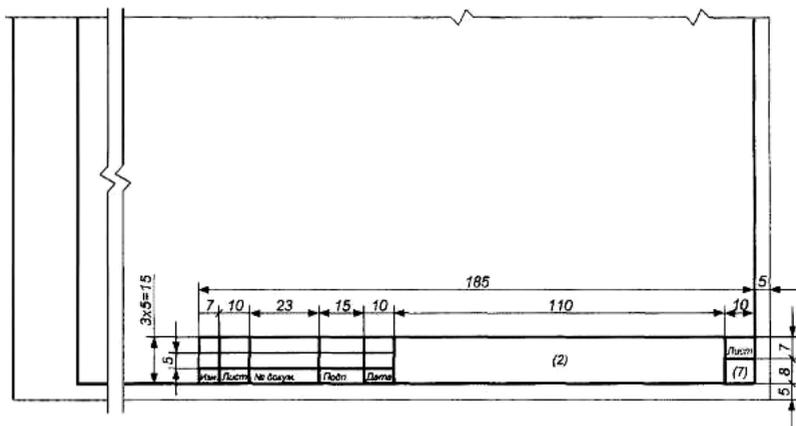
Приложение И

Пример основной надписи по ГОСТ Р 21.1101 для чертежей и схем

Форма 1 – Основная надпись по ГОСТ 2.104 для всех видов текстовых документов, предусмотренных стандартами ЕСКД (первый лист)



Форма 2 – Основная надпись по ГОСТ 2.104 для всех видов текстовых документов, предусмотренных стандартами ЕСКД (последующие листы)



В графах основной надписи (номера граф указаны в скобках) приводят:

- в графе 1 – в пояснительной записке – наименование темы выпускной квалификационной работы или курсового проекта (работы) в соответствии с заданием, на листах графических документов – наименование изделия;
- в графе 2 – обозначение выпускной работы или курсового проекта в соответствии с разделом 9 настоящего стандарта;
- в графе 3 – наименование предприятия, в состав которого входит здание (сооружение), наименование микрорайона или наименование университета и наименование института в составе университета (графу заполняют в строительной документации);
- в графе 4 – наименование здания (сооружения) или наименование выпускной квалификационной работы/курсового проекта (графу заполняют в строительной документации);
- в графе 5 – обозначение материала детали (графу заполняют на чертежах деталей);
- в графе 6 – наименования изображений, помещаемых на данном листе, в точном соответствии с наименованиями изображений на чертеже (графу заполняют в строительной документации);
- в графе 7 – порядковый номер листа чертежей или страницы текстового документа;
- в графе 8 – общее количество листов чертежей или страниц текстового документа;
- в графе 9 – название или аббревиатуру кафедры, выдавшей задание на ВКР или КП;
- в графе 10 – характер работы (разработал, проверил, утвердил, нормоконтроль), выполняемой лицом, подписывающим документ;
- в графе 11 – фамилии лиц, подписавших документ;
- в графе 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;
- в графе 13 – дату подписания документа;
- в графе 14 – массу изделия, изображенного на чертеже (проставляют по ГОСТ 2.109);
- в графе 15 – масштаб (проставляют в соответствии с ГОСТ 2.302);
- в графе 16 – условное обозначение вида документации: П – проектная документация, Р – рабочая документация (для студенческих проектов графу не заполняют);
- в графе 17 – литеру (для студенческих проектов графу не заполняют).