Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология машиностроения»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

по направлению 15.03.05
«Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

Энгельс 2025

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

Выпускная квалификационная работа (далее - ВКР) выполняется после завершения обучения по всем предметам учебного плана (в 8 семестре студентами дневной формы обучения и в 10 семестре студентами заочной формы). Она имеет своей целью подготовить студентов к самостоятельной разработке и решению технологических проблем механической обработки и сборки деталей машин различного функционального назначения, используя знания, полученные ими за предшествующий период обучения по естественнонаучным, специальным и социально-экономическим дисциплинам. В ходе достижения этой цели решаются следующие задачи:

- выявить знания, умения и навыки студентов по различным дисциплинам учебного плана;
- ознакомить студентов с методикой выполнения различных частей квалификационной работы и принципами решения производственных задач на базе полученных ими знаний;
- развить у студентов навыки и умения самостоятельной инженерной деятельности, используя литературные, справочные, патентные и руководящие материалы для решения производственных проблем.

К защите допускаются квалификационные работы, подписанные консультантами, руководителем работы и заведующим кафедрой «Технология машиностроения». При ее защите студент делает доклад на 10-15 минут, который строится по следующей схеме:

- тема квалификационной работы и ее актуальность;
- исходные данные к проекту и обоснование путей решения за дачи с учетом литературных данных и патентных исследований:
- кратко излагается содержание всех разделов расчетно-пояснительной записки с выделением тех решений, которые предложены лично студентом, с показом иллюстративных материалов, развешиваемых в порядке их упоминания в докладе;

- выводы и практические рекомендации (по личному вкладу студента в каждом разделе выпускной квалификационной работы);
- экономическая эффективность предложенных в проекте решений.

В докладе не следует подробно рассказывать о содержании изображенного на каждом листе материала. Главное в докладе - донести до членов государственной аттестационной комиссии основное ее содержание и личный вклад студента в выполнение каждого раздела. Показать ценность полученных результатов, умение анализировать и обобщать литературные данные, результаты патентных поисков, а также экспериментальные данные и результаты исследований, если при выполнении квалификационной работы они проводились.

ТЕМА И ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРА

Тематика выпускных квалификационных работ бакалавров формируется обычно на базе конкретных машиностроительных предприятий, где проходят производственную практику студенты дневной формы обучения или работают студенты заочной формы обучения.

В качестве базового варианта используется технология обработки детали и оснащение процесса действующего производства. Он должен быть детально проанализирован студентом во время практики, после чего намечаются мероприятия по его совершенствованию при выполнении выпускной квалификационной работы.

Объектами проектирования являются технологические процессы механической обработки деталей различных машин средней сложности основного производства машиностроительных предприятий и технологические процессы сборки механизмов.. Ими могут быть разные по конструкции и служебному назначению детали, например, валы, оси, втулки, диски, зубчатые колеса, рычаги, кронштейны, корпуса и др. Детали, выбранные в качестве объектов для выпускной квалификационной работы, должны быть достаточно трудоемкими в изготовлении и содержать 10-15 операций или позиций

механической обработки, иметь разнообразные поверхности и конструктивные элементы: отверстия, шпоночные пазы, шлицы, резьбы, зубья. К большинству поверхностей или элементов детали должны предъявляться высокие требования по точности и шероховатости. Проектируемые технологические процессы сборки должны содержать 5 – 6 операций сборки.

Тема выпускной квалификационной работы бакалавра формулируется обычно в следующем виде:

- «Технологический процесс механической обработки детали (наименование и номер)».

Или:

- «Технологический процесс сборки (наименование и номер сборочной единицы или механизма)».

Тема выпускной квалификационной работы научно-исследовательского направления формулируется руководителем работы и утверждается на заседании кафедры. Возможный вариант такой темы:

- «Повышение грузоподъемности шарико-винтовой передачи путем совершенствования технологического процесса сборки».

В задании указывается название темы, годовая программа выпуска изделий, которые подлежат изготовлению, методическая литература, применяемая при выполнении работы, консультанты по отдельным разделам квалификационной работы и сроки ее завершения. Оно должно быть подписано руководителем работы, заведующим кафедрой «Технология машиностроения» и студентом.

СОДЕРЖАНИЕ, ОБЪЕМ И ОФОРМЛЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

Выпускная квалификационная работа бакалавра представляется к защите в виде расчетно-пояснительной записки с приложениями в виде технологической документации, чертежей, демонстрационных плакатов, электронных презентаций, описания методики автоматизированного решения на ЭВМ различных проектных задач механообработки и распечаток

полученных результатов.

Расчетно-пояснительная записка включает в себя следующие составные части с указанным ориентировочным объемом:

Титульный лист ..... ……1с.

Задание на выпускную квалификационную работу …… .1-2 с.

Аннотация (на русском и иностранном языках) …….……0,5 с.

Реферат .....……..1 с.

Содержание …….……1-2 с.

Введение..... ……1с.

РАЗДЕЛ **ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

1.Анализ исходных данных……..... ……4-6 с.

2.Анализ базового (заводского) технологического процесса изготовления детали……..4-7 с.

3.Патентные исследования..... ……4-5 с.

4.Выбор исходной заготовки и метода ее получения …… 2-3 с.

5.Разработка технологического маршрута обработки детали…4-7 с.

6. Разработка операционного ТП обработки детали ……....10-12 с.

7. Разработка расчетно-технологической карты ……..3 -5 с.

8. Графическая оптимизация режимов резания ……5 – 8 с.

РАЗДЕЛ **КОНСТРУИРОВАНИЯ**

1. Станочное приспособление.....……10-12 с.

РАЗДЕЛ **ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ПРИНЯТЫХ РЕШЕНИЙ**

1. Технико-экономическое сравнение вариантов получения исходной заготовки ..... ……..4-6 с.

2. Технико-экономическое сравнение вариантов технологического процесса..... ……..5-8 с.

3. Технико-экономический анализ рентабельности использования

сконструированного средства технологического оснащения…5-8 с.

Заключение ……..1-2 с

Список использованной литературы..... ……..1-2 с.

Итого (без приложений) .....……70-100 с.

Приложения:

- Ведомость выпускной квалификационной работы.
- Маршрутные карты технологического процесса.
- Операционные карты технологического процесса с картами операционных эскизов.
- Рабочий чертеж детали.
- Рабочий чертеж исходной заготовки.
- Чертеж общего вида установочно-зажимного приспособления.
- Спецификация станочного приспособления.
- Справка о патентных исследованиях.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ТЕКСТОВОЙ ЧАСТИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

Изложение текста и оформление расчетно-пояснительной записки (РПЗ) выполняют в соответствии с требованиями настоящего учебного пособия. Страницы текста РПЗ и включенные в РПЗ иллюстрации и таблицы должны соответствовать формату А4 по ГОСТ 9327. Допускается применение формата А3 при наличии большого количества таблиц и иллюстраций данного формата.

Подлинники текстовых документов выполняют на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала (кегль 14) с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ (ГОСТ 2.004-88) и на магнитных носителях данных (ГОСТ28388-89).

Полужирный шрифт не применяется.

Вписывать в текстовые документы, изготовленные машинописным способом, отдельные слова, формулы, условные знаки (рукописным способом), а также выполнять иллюстрации следует черными чернилами, пастой или тушью.

Абзацы в тексте начинаются отступом, равным пяти пробелам (15–17 мм).

Текст следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – не менее 10 мм, верхнее и нижнее – не менее 20 мм, левое – не менее 30 мм.

Нумерация страниц текста пояснительной записки и приложений должна быть сквозной: первой страницей является титульный лист, на нем номер не ставится. На последующих страницах номер проставляют арабскими цифрами внизу листа по центру шрифтом 12 кеглей.

Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, применяя шрифты разной гарнитуры.

При заполнении текстового документа необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и четкость изображения по всему документу. В нем должны быть четкие, нерасплывшиеся линии, буквы, цифры и знаки.

Опечатки, описки и т.п. допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста.

Повреждения листов текстовых документов, помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста (графика) не допускаются.

Текст расчетно-пояснительной записки печатается при включении опции «автоматического переноса» слов текста и опции «выравнивание текста по ширине».

Основная часть текста делится на разделы, подразделы (объемом не менее двух-трех страниц) и, в случае необходимости, на пункты.

Разделы, подразделы и пункты нумеруются арабскими цифрами. При этом цифры, разделенные точками, означают последовательно порядковый номер раздела, подраздела (в пределах каждого раздела) и пункта (в пределах каждого подраздела). Например: 3.1.4 - четвертый пункт первого подраздела третьего раздела. После номера раздела, подраздела и пункта, в конце названия заголовка точка не ставится. Введение и заключение (выводы и практические рекомендации) не нумеруют.

Каждый раздел начинают с новой страницы. Заголовок пишут

непосредственно вслед за номером посередине строки, не подчеркивают и слова в нем не переносят. После заголовка на странице должно быть не менее двух строк текста. Заголовок подразделов начинают с абзацного отступа, причем в конце заголовков точку не ставят, а между ним и текстом делают пробел в одну или две строки. Номер пункта начинается с абзаца. Текст пункта начинают непосредственно вслед за его заголовком.

Перечисления требований, указаний, положений и другие пояснения выделяют дефисом «-», дальнейшую детализацию обозначают так: 1); 2); или а); б).

Список литературы снабжается заголовком «Список использованной литературы» и включает только те источники, на которые есть нумерованные ссылки в тексте записки. Очередность источников должна соответствовать порядку появления ссылок на них в тексте пояснительной записки выпускной квалификационной работы.

Титульный лист оформляется на бланках, выдаваемых кафедрой.

Задание содержит его номер и название выпускной квалификационной работы, исходные данные для проектирования и сроки выполнения работы.

Реферат кратко отражает сущность разработки поставленных в проекте задач и содержит количество страниц, иллюстраций и таблиц в расчетно-пояснительной записке, объем графической части (образец реферата в приложении «А» данных методических указаний).

Содержание указывает точное название разделов и подразделов расчетно-пояснительной записки с их нумерацией и номером страницы, с которой они начинаются. Не допускается какое-либо сокращение названий и их перефразировка.

Введение кратко обосновывает актуальность и необходимость выполнения данной квалификационной работы бакалавра.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

Графическая часть является одной из составляющих выпускной

квалификационной работы и включает в себя следующие виды материалов: технологическую документацию, конструкторскую документацию (чертежи изделий, сборочных единиц, электрические, гидравлические, пневматические схемы и демонстрационные плакаты).

1 Технологическая документация

Технологическая документация в составе графической части выполняется и оформляется в соответствии с ГОСТ 3.1102 - 81, 14.201- 83, 14.322.-83.

2 Конструкторская документация

Конструкторскую документацию в составе графической части выпускной работы выполняют и оформляют в соответствии с правилами «Единой системы конструкторской документации» (ГОСТ 2.001 - 93 и др.).

РАЗДЕЛ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1 Анализ исходных данных для разработки технологического процесса

В данном разделе рассматривается служебное назначение и конструкция детали (объект производства), технологичность конструкции детали, определяется тип производства, выполняется конструкторский контроль рабочего чертежа детали.

1.1 Служебное назначение и конструкция детали

Приводится краткое описание служебного назначения изделия и детали, входящей в это изделие, условия их работы и конструктивные особенности. Анализируются технические требования, предъявляемые к детали. Из описания назначения и конструкции детали устанавливаются основные поверхности и размеры, оказывающие наибольшее влияние на выполнение деталью служебного назначения. Анализ детали производится по всем ее обрабатываемым поверхностям с рассмотрением точности получаемых размеров и шероховатости поверхностей, их взаимного положения. Это дает возможность выбирать оптимальные методы обработки каждой из

рассмотренных поверхностей обрабатываемой детали.

Если назначение детали неизвестно, следует описать назначение ее поверхностей. Рассматривая поверхности детали, необходимо присваивать каждой из них буквенные обозначения, например: плоскость А, торец Б. Эти же обозначения должны быть нанесены на соответствующие поверхности в чертеже.

В этом же разделе приводятся также данные о материале детали: химический состав, механические и другие свойства, которые размещаются в отдельных таблицах (таблица 1).

Таблица1 - Химический состав стали 45 (ГОСТ 1050-88), массовой доли %

С	Мп	Р	N1	Сг
		не более		
0,40...0	0,50.	0,045	0,30	0,30

Кроме этого, следует дать заключение относительно правильности выбора материала для данных условий работы детали в изделии, целесообразности его замены другими марками материала и какими именно.

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Целью анализа является выявление недостатков конструкции детали по сведениям, содержащимся в чертеже и технических требованиях, а также возможное улучшение технологичности рассматриваемой конструкции.

При технологическом контроле чертежа обращается внимание на наличие всей информации, необходимой для изготовления детали: необходимые проекции, разрезы и сечения, наличие всех размеров с допускаемыми отклонениями, требуемая шероховатость обрабатываемых поверхностей, допускаемые отклонения от правильных геометрических форм и взаимного расположения поверхностей, материал детали, характер термической обработки, масса детали и др.

Анализ технологичности конструкции сводится к возможному уменьшению трудоемкости и металлоемкости, обработки детали высокопроизводительными методами.

Мероприятия по улучшению технологичности конструкции должны

обеспечить снижение себестоимости изготовления детали при заданном служебном назначении.

Качественная оценка технологичности конструкции производится с учетом материала детали, его обрабатываемости, стоимости, рациональности геометрических форм детали и требований к качеству ее поверхности, правильности простановки размеров, требуемых допусков, возможности рационального способа получения заготовки.

При количественной оценке показателей технологичности могут рассматриваться: коэффициент использования материала; коэффициент точности обработки; коэффициент унификации конструкции детали; коэффициент шероховатости поверхностей; уровень технологичности конструкции по технологической себестоимости.

При анализе используются рекомендации по технологичности конструкций, приведенные в справочной литературе [1-4].

Все возможные предложения по улучшению показателей технологичности и улучшению конструкции приводятся в пояснительной записке.

1.3 Определение типа производства

Так как в задании на квалификационную работу регламентируется годовой объем выпуска конкретной детали, то исходя из данного положения, разработка технологического процесса механической обработки детали в квалификационной работе предусматривается в условиях единичного, мелкосерийного или серийного производства. Исходя из заданных типов производства, определяется коэффициент закрепления операций. Порядок расчета коэффициента закрепления операций приводится в работах [3, 4].

2 Анализ базового технологического процесса изготовления детали

Анализ существующего (базового) варианта технологического процесса проводится с точки зрения обеспечения заданного качества детали и производительности обработки. Проведение анализа является основой для выдвижения предложений по его улучшению и модернизации.

Содержание и степень углубленности обработки анализа зависят от

различных факторов: конструкции детали, применяемых методов обработки, реальных производственных условий. В общем случае анализ базового варианта технологического процесса должен включать следующие основные вопросы:

а) рациональность метода получения заготовки для данного прозводства;

б) соответствие реальной заготовки чертежу в отношении фактических припусков на обработку и выполнения технических требований;

в) правильность выбора черновых и чистовых баз, соблюдение принципа единства баз;

г) правильность установки последовательности операций процесса для обеспечения заданной точности размеров детали;

д) соответствие параметров применяемого оборудования требованиям данной операции;

е) соответствие режимов резания прогрессивным;

ж) степень оснащенности операции (станочные приспособления, режущие и вспомогательные инструменты, средства технического контроля);

з) применение высокопроизводительного режущего инструмента и новых марок материала его режущей части;

и) брак при обработке и причины его возникновения. Не допускается заменять анализ технологического процесса только его описанием или переписыванием сведений из технологических карт.

3 Патентные исследования

Патентные исследования проводятся в соответствии с ГОСТ 15011-96.

4 Выбор исходной заготовки и метода ее получения

На выбор метода получения заготовки оказывают влияние: материал детали; ее назначение и технические требования на изготовление; конструктивные размеры и формы поверхностей детали; объем выпуска деталей.

При выполнении квалификационной работы приводится краткий анализ

существующего метода получения заготовки на заводе. В анализе должны быть отражены: экономичность метода в условиях завода; технологический процесс получения заготовки; его положительные и отрицательные стороны; качество заготовки; причины брака и возможности его устранения. Приводятся данные о себестоимости метода получения заготовки в условиях завода, его трудоемкости, производительности, материалоемкости (коэффициент использования материала).

На основании произведенного анализа, изучения передовых методов получения аналогичных заготовок на других предприятиях, а также литературных данных и технико-экономического обоснования может быть предложен оптимальный для данных условий производства метод получения заготовки.

При разработке технологического процесса метод получения заготовки может приниматься аналогичным существующему методу на данном заводе, меняться без изменений в технологическом процессе механической обработки или меняться с существенными изменениями на ряде операций механической обработки.

В первом случае достаточно ограничиться ссылкой на справочную литературу, где для данных условий рекомендован этот вариант как оптимальный. Так как стоимость заготовки не изменяется, она не учитывается при определении технологической себестоимости детали.

Во втором случае предпочтение отдается заготовке, характеризующейся более высоким коэффициентом использования материала и меньшей стоимостью.

В двух рассмотренных случаях можно принять окончательное решение относительно вида заготовки и рассчитать ее стоимость до определения технологической себестоимости детали и выбора варианта процесса ее механической обработки.

В третьем случае вопрос о целесообразности определенного вида заготовки может быть решен лишь после расчета технологической себестоимости детали по сравниваемым вариантам. Предпочтение отдается заготовке, которая обеспечивает меньшую технологическую себестоимость

детали. Если же сопоставимые варианты окажутся равноценными, предпочтение отдается заготовке с более высоким коэффициентом использования материала.

Выбор метода получения заготовки и его технико-экономическое обоснование приводятся в работах [3,4].

5 Разработка технологического маршрута обработки

Характер технологического процесса механической обработки в квалификационной работе определяется типом производства и особыми условиями проектирования, указанными в задании.

В квалификационной работе разрабатывается единичный маршрутно-операционный технологический процесс. В этом случае на все операции оформляется подробная маршрутная карта, а для одной-двух операций, по которым производится технико-экономическое сравнение вариантов обработки, - операционные технологические карты и карты эскизов. В маршрутной карте указывается содержание операций и переходов, выдерживаемые размеры, оборудование и т.д.

На данном этапе производится выбор технологических баз, методов обработки поверхностей и установление общей последовательности обработки, средств технологического оснащения; назначение и расчет припусков, режимов резания. Для обоснования выбора технологических баз выполняется автоматизированное построение и решение технологических размерных цепей (см. раздел «Автоматизация проектирования»).

5.1 Выбор технологических баз

При выборе технологических баз следует учитывать основные принципы базирования - принципы единства и постоянства баз.

В процессе выбора **баз для черновой обработки** исходят из следующих положений:

1) при обработке заготовок, полученных литьем и штамповкой, необработанные поверхности следует принимать в качестве баз только на первой операции (при последующей обработке использование их не

допускается);

2) у деталей, не подвергающихся полной обработке, технологически ми базами для первой операции рекомендуется принимать поверхности, которые вообще не обрабатываются;

3) в качестве технологических баз следует принимать поверхности достаточных размеров, имеющих более высокую точность размеров и малую шероховатость (они не должны иметь литейных прибылей, литников, линий разъема, окалины и других дефектов, что способствует повышению точности базирования).

4) если у заготовки обрабатываются все поверхности, в качестве технологических баз на первой операции следует принимать поверхности с наименьшими припусками, тем самым при дальнейшей обработке исключается возможность появления необработанных мест (черноты) на этих поверхностях.

При выборе баз для чистовой обработки учитывается следующее:

1) наибольшая точность достигается при условии использования на всех операциях механической обработки: одних и тех же комплектов баз, т.е. при соблюдении принципа их единства;

2) особенно важным при чистовой обработке является соблюдение принципа совмещения баз, т.к. при этом окончательно выдерживается заданная точность детали (при совмещении технологической и измерительной баз погрешность базирования равна нулю);

3) базы для окончательной обработки должны иметь высокую точность размеров и геометрической формы, малую шероховатость поверхности и не должны деформироваться под действием сил резания, зажима и собственного веса заготовки.

В общем случае за базы принимают поверхности, от которых задан размер на чертеже, определяющий положение обрабатываемой детали.

Оценка точности базирования при выполнении каждой операции может характеризоваться следующими моментами. При соблюдении принципа единства баз в случае выдерживания заданных размеров погрешность базирования равна нулю, а анализ точности базирования для рассматриваемых

размеров на этом заканчивается.

При несовмещении технологической и измерительной баз выявляются размерно-геометрические связи между ними путем построения технологической размерной цепи, из числа звеньев которой выбирается технологический размер, подлежащий контролю при выполнении данной обработки. Это позволяет косвенно контролировать заданный на чертеже размер. Рассчитывается допуск выбранного технологического размера путем решения размерной цепи. Если рассчитанный допуск выдержать на данной операции затруднительно, то изыскивается возможность сокращения погрешности базирования за счет увеличения точности обработки тех или иных составляющих звеньев размерной цепи, т.е. производится перерасчет допусков звеньев.

Рекомендации по выбору технологических баз и оценке точности базирования приведены в работах [4-6].

С учетом рассмотренных положений производится выбор технологического процесса.

5.2 Выбор методов обработки

Выбор метода обработки зависит от конфигурации детали, ее конструктивных размеров, точности и качества обрабатываемых поверхностей, вида принятой заготовки.

Решение задач выбора метода и конкретного вида обработки облегчается при использовании справочных таблиц экономической точности обработки [2] в которых содержатся сведения о технологических возможностях обработки резанием различными методами, типовые маршруты обработки различных поверхностей. С помощью этих таблиц выбираются окончательный и предварительный методы обработки, а также устанавливаются промежуточные методы.

5.3 Технологический маршрут обработки

На данном этапе разрабатывается общий план обработки с указанием

последовательности, состава и содержания операции. Результаты работы оформляются в виде маршрутной карты технологического процесса (Приложение «Б» данных методических указаний).

Последовательность операций назначают исходя из следующих основных положений:

1) в первую очередь обрабатываются поверхности, которые будут являться технологическими базами для последующих операций;
2) операции, на которых возможно появление брака из-за внутренних дефектов заготовки, нужно выполнять на ранних стадиях обработки;
3) первыми следует обрабатывать поверхности, не требующие высокой точности;
4) отверстия сверлятся в конце технологического процесса, за исключением тех случаев, когда они служат базами;
5) заканчивается процесс изготовления детали обработкой той поверхности, которая должна быть наиболее точной и имеет основное значение для эксплуатации детали. Если она была обработана ранее, до выполнения других смежных операций, может возникнуть необходимость в ее повторной обработке;
6) если деталь подвергается термической обработке по ходу технологического процесса, механическая обработка разбивается на две части: до термической обработки и после нее;
7) технический контроль намечают после тех операций, где вероятна повышенная доля брака, перед ответственными операциями, а также в конце обработки детали.

При рассмотрении содержания операции число и последовательность технологических переходов зависят от вида заготовки и точностных требований к готовой детали. Совмещение переходов определяется конструкцией детали, возможностями расположения режущих инструментов на станке и жесткостью заготовки. Переходы, при которых выдерживаются жесткие требования по точности и шероховатости поверхности, выделяются в отдельную операцию.

Рекомендации по выбору последовательности обработки для обеспечения

экономической точности обработки на металлорежущих станках приведены в работе [6]. Разработка маршрута механической обработки существенно облегчается при использовании типовых технологических маршрутов механической обработки деталей для разных условий производства [7]. Наименование операции должно соответствовать требованиям классификатора технологических операций в машиностроении и приборостроении [8].

Если в состав технологического процесса механической обработки входят операции обработки на станках с ЧПУ, то методика проектирования таких операций приведена в работах [6, 9-12].

При разработке единичного маршрутного технологического процесса ссылки на инструкции по технике безопасности приводятся в маршрутной карте перед наименованием операции в графе «наименование и содержание операции» или в графе «обозначение документа». Средства защиты работающих должны быть указаны в графе «приспособления и вспомогательный инструмент». Примеры заполнения маршрутных и операционных карт технологических процессов приведены в приложениях методических указаний (Приложения Б и В).

5.4 Выбор оборудования и технологической оснастки

При проектировании технологического процесса в заданных условиях производства, где основными являются станки универсального профиля, выбор оборудования сводится к подбору типа станка по размерам его рабочей зоны в соответствии с размерами обрабатываемой детали, с учетом допустимых чисел оборотов (частоты вращения), подачи и мощности для принятого метода обработки.

Для расчета мощности, необходимой для обработки, выбирается переход, в котором одновременно участвует несколько инструментов или при обработке одним инструментом применяются наибольшая подача, глубина и скорость резания.

На выбор типа станка в значительной степени оказывают влияние требуемая точность размеров, формы детали и шероховатость ее обрабатываемых поверхностей. Станок должен быть наиболее простым для

данной операции, обеспечивать оптимальные режимы обработки, заданную точность операции, занимать меньшую производственную площадь, иметь меньшую стоимость.

Сведения по оборудованию приведены в работах [3, 10, 13, 14].

Применяемые станочные приспособления могут быть универсальными, стандартными и специальными [15 - 17].

Выбор режущих инструментов производится исходя из условий обработки с учетом: вида станка, метода обработки, режимов и условий работы; материала обрабатываемой детали, ее размеров и конфигурации; требуемой точности обработки и шероховатости поверхностей; типа производства и заданного объема выпуска деталей; стоимости инструмента и затрат на его эксплуатацию по соответствующим стандартам и справочной литературе [13,18 - 28].

5.5 Определение промежуточных припусков и технологических размеров механообработки

При выполнении квалификационной работы используется расчетно-аналитический метод определения межпереходных размеров, получаемых в процессе механической обработки деталей, припусков и допусков на них. Расчетно-аналитический метод учитывает многие факторы, действующие в процессе обработки, и выполняется по формулам, приведенным в работах [6, 29].

Расчет производится обычно для одного диаметрального и одного линейного размеров, имеющих наибольшую точность. Результаты расчета представляются в табличной форме [6]. Затем выполняется графическая схема расположения номинальных промежуточных размеров, их припусков и допусков. После проверки правильности выполненных расчетов производится сравнение размеров заготовки, полученных расчетно-аналитическим методом, и размеров заготовки на действующем предприятии, после чего делается вывод о возможности перевода заводской заготовки в более высокий класс точности.

Для расчета линейных технологических размеров используется программа КОК7, которая автоматически выявляет и решает технологические цепи, учитывает погрешность базирования, рассчитывает припуски исходя из заданной точности конечных размеров детали (см. раздел «Автоматизация проектирования»).

5.6 Определение режимов резания и норм времени

В квалификационной работе режимы резания определяются аналитически для четырех разнотипных операций, эскизы которых представлены в графической части квалификационной работы, по формулам, приведенным в работе [13], на остальные операции технологического процесса режимы резания находятся по нормативным данным работ [30, 31] в зависимости от выбранного типа производства и принятого метода обработки заготовки. При использовании компьютерной программы предлагается оптимальный режим резания для одного перехода с учетом экономических показателей (см. раздел «Автоматизация проектирования»)

Определение режимов резания ведется одновременно с заполнением маршрутных или операционных карт технологического процесса, где

указываются данные по оборудованию, способу обработки, характеристике обрабатываемой детали и другие, которые используются для расчета режимов резания.

Норму штучного времени $T_{шт}$ определяют в следующем порядке. На основании установленных режимов резания определяется основное время T_0. По содержанию каждого перехода устанавливается вспомогательное время $T_в$ по нормативам, которое включает в себя время на установку и снятие детали, управление станком, измерение детали. Определяется оперативное время $T_{оп} = T_0 + T_в$. Время на обслуживание рабочего места $T_{обс}$ включает в себя время на техническое и организационное обслуживание рабочего места. Время $T_{отд}$ предназначено для перерывов на отдых. Составляющие штучного времени T_0бс и $T_{отд}$ принимаются по нормативам или укрупненно, в процентах от оперативного времени - $T_{0бс} = 6\ \%\ T_{оп}$ и $T_{отд} = 2{,}5\ \%\ T_{оп}$.

Результаты определения $T_{шт}$ приводятся в табличной форме. При выполнении расчетов следует пользоваться литературой [32 -35].

РАЗДЕЛ КОНСТРУИРОВАНИЯ

В ВКР бакалавра проектируется одно станочное приспособление. В графической части работы выполняется чертеж его общего вида, а в пояснительной записке приводится схема базирования заготовки на данной операции, рассчитывается допускаемая величина погрешности установки, разрабатывается схема действия сил в проектируемом приспособлении, определяется значение необходимой силы зажима и размеры отдельных частей привода для перемещения подвижных частей приспособления, дается описание принципа работы приспособления при закреплении обрабатываемого изделия, расчет его на точность и спецификация составных частей приспособления [15 -17].

РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

P_x, P_y, P_z - составляющие силы резания:

P – результирующая сила резания;

M – момент сил резания:

g - ускорение свободного падения;

m - масса заготовки;

$F_ц$ – центробежная сила;

V, ω - линейная и угловая скорость соответственно;

R -радиус вращения центра массы;

$F_и$ - сила инерции;

a – ускорение;

Q -сила закрепления заготовки;

$\varepsilon_У$ - допустимая погрешность установки заготовки в приспособлении;

$\varepsilon_{Уд}$ - действительная погрешность установки заготовки;

δ - допуск на размер обрабатываемой поверхности;

$\Delta_с$ - суммарная погрешность станка;

$\Delta_к$ - погрешность, вызванная непостоянством сил резания;

$\Delta_н$ -погрешность настройки станка на размер;

$\Delta_и$ - погрешность обработки, вызванная износом режущего инструмента;

$\Delta_т$ - температурная погрешность обработки;

$U_о$ -удельный размерный износ инструмента на единицу длины хода резания;

$\omega_т$ - податливость технологической системы;

t - глубина резания;

$\Delta_р$ - погрешность регулирования положения инструмента при обработке заготовки;

$\Delta_{изм.}$ - погрешность измерения размера;

$\Delta_{расч.}$ - погрешность расчёта настроечного размера по результатам измерения выборки обработанных заготовок;

$\varepsilon_б$ - погрешность базирования заготовки в приспособлении;

$\varepsilon_з$ - погрешность закрепления заготовки;

$\varepsilon_п$ - погрешность приспособления;

$К_у$ - коэффициент унификации приспособления;

$Е_у$ - число унифицированных сборочных единиц и деталей в приспособлении;

$Е_о$ - число оригинальных сборочных единиц и деталей в приспособлении;

$Е_с$ - число стандартных сборочных единиц и деталей в приспособлении;

$К_з$ - коэффициент загрузки оснастки;

$Т_{шт.\ к.}$ - среднее штучно-калькуляционное время обработки заготовок в приспособлении;

N - объем выпуска изделий в год;

$Ф_д$ - действительный годовой фонд времени;

$С_п$ - себестоимость приспособления;

q - средняя себестоимость одной детали приспособления;

Z - число деталей в приспособлении;

$К_п$ - коэффициент сложности приспособления;

T - срок окупаемости приспособления;

C_1 и C_2 - себестоимость изготовления деталей приспособления по старому и новому вариантам;

L - суммарная длина обрабатываемых поверхностей операционной партии заготовок в промежуток времени между подналадками оборудования.

ВВЕДЕНИЕ

В современном машиностроении особое место занимают технологическая оснастка и ее основная часть - станочные приспособления. Внедрение и широкое использование прогрессивной технологической оснастки является рациональной формой повышения производительности труда и эффективности производства.

Приспособлениями в машиностроении называют вспомогательные устройства, используемые для выполнения операций механической обработки, сборки и контроля.

Сложность построения технологических процессов в машиностроении обусловливает большое разнообразие конструкций приспособлений и высокий уровень предъявляемых к ним требований. Неправильные технологические и конструктивные решения при изготовлении приспособлений приводят к удлинению сроков подготовки производства и снижению его эффективности.

Использование приспособлений способствует повышению производительности и точности обработки, сборки и контроля; облегчению условий труда рабочих; строгой регламентации длительности выполняемых операций; расширению технологических возможностей оборудования; повышению безопасности работы и исключению аварий.

По целевому назначению приспособления можно разделить на пять основных групп:

1. Станочные приспособления, используемые для установки и закрепления обрабатываемых заготовок. Эти приспособления подразделяются на сверлильные, фрезерные, расточные, токарные и др.
2. Приспособления для закрепления рабочего инструмента. Эта группа

приспособлений играет роль связующего звена между инструментом и станком, тогда как первая группа приспособлений связывает заготовку со станком. При помощи приспособлений первой и второй групп осуществляется наладка технологической системы станок-заготовка-инструмент.

Данная группа приспособлений, называемая также вспомогательным инструментом, характеризуется большим количеством нормализованных и типовых устройств, что является следствием широкой стандартизации и нормализации инструментов.

3. Сборочные приспособления, используемые для выполнения соединений сопрягаемых деталей в сборочные единицы и изделия.
4. Контрольные приспособления, применяемые для проверки заготовок, при промежуточном и окончательном контроле деталей в процессе обработки, а также для проверки сборочных единиц и машин.
5. Приспособления для захвата, перемещения и перевертывания обрабатываемых заготовок и сборочных единиц.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Конструирование приспособления тесно связано с разработкой технологического процесса изготовления данной детали. Конструктор приспособления в качестве исходных данных получает конкретные указания от технолога, который определяет схему приспособления.

В задачу технолога входят: выбор технологических баз; установление маршрута обработки; уточнение содержания технологических операций с разработкой операционных чертежей (эскизов) и указанием промежуточных размеров по каждой операции; установление режимов резания; определение нормы времени на операцию по элементам; выбор типа и модели станка.

В задачу конструктора входят: конкретизация принятых технологом схем базирования и закрепления; выбор конструкции и размеров установочных элементов приспособления; определение величины необходимой силы закрепления; уточнение схемы и размеров зажимного устройства; определение

размеров направляющих деталей приспособления; общая компоновка приспособления с установлением допусков на изготовление деталей и сборку приспособления.

Таким образом, исходными данными для конструирования станочного приспособления являются:

1) чертеж заготовки;
2) рабочий чертеж детали и технические условия ее приемки;
3) тип производства;
4) операционный чертеж (операционный эскиз) заготовки на предшествующую операцию и операцию, на которую разрабатывается приспособление;
5) технологический процесс изготовления детали, включающий: обоснование последовательности обработки детали; принятую схему базирования заготовки на данной операции; используемые оборудование и инструменты; режимы резания, принятые для операции, на которую разрабатывается приспособление, и норму времени на эту операцию;
6) годовой объем выпуска деталей и величина производственной партии (для серийного типа производства);
7) стандарты и нормали на детали и сборочные единицы станочных приспособлений, а также альбомы нормализованных конструкций.

В пояснительной записке процесс конструирования приспособления отражается в следующей последовательности:

- выбор аналога приспособления на основе анализа типовых приспособлений по литературным, патентным источникам и конструкций, используемых в производстве;
- выбор схемы приспособления;
- расчёт точности обработки заготовок в приспособлении;
- расчёт потребных сил и моментов закрепления заготовки в приспособлении;
- выбор типа привода приспособления и расчёт его геометрических размеров;
- выявление слабого звена приспособления и его расчет на прочность;

- расчёт технико-экономических показателей эффективности предложенной конструкции приспособления;
- разработка конструкции приспособления;
- описание конструкции приспособления;
- приложение – спецификация чертежа общего вида разработанного приспособления.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ И ОБОСНОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

Конструирование приспособления

Конструирование приспособления целесообразно начинать с уточнения схемы установки. Зная принятую в технологическом процессе схему базирования заготовки, точность и шероховатость базовых поверхностей, необходимо определить тип и размер установочных элементов, их количество и взаимное положение. Решение этого вопроса должно быть увязано с требуемой точностью обработки на данной операции.

Зная из технологического процесса величины и направление действия сил резания и моментов резания, устанавливаются необходимая величина, направление и место приложения сил закрепления.

Исходя из регламентированного времени на закрепление и открепление заготовки (одна из составных частей нормы времени на операцию), типа приспособления (одно- или многоместное), конфигурации и точности заготовки и величины сил закрепления, выбирают тип зажимного устройства и определяют его основные размеры. Устанавливают тип и размер деталей для направления и контроля положения режущего инструмента. Выявляют необходимые вспомогательные устройства, выбирают их конструкции и

размеры, исходя из массы заготовки и необходимой точности обработки. При этом следует максимально использовать имеющиеся нормали и стандарты.

Разработку общего вида приспособления начинают с нанесения на лист контуров заготовки, желательно в масштабе 1:1, на листе формата А1. Удобно использовать для чернового варианта бумагу-«миллиметровку». В зависимости от сложности схемы приспособления вычерчивают несколько проекций заготовки на достаточном расстоянии друг от друга.

Разработку общего вида приспособления ведут методом последовательного нанесения отдельных элементов приспособления вокруг контуров заготовки (приспособление как бы «наращивают» на заготовку), причем делают это одновременно на всех проекциях чертежа заготовки.
Сначала вычерчивают установочные элементы, затем – зажимные устройства в положении «заготовка закреплена», детали для направления инструмента и вспомогательные устройства. После этого определяют контуры корпуса приспособления, который объединяет все эти элементы.

Чистовой вариант общего вида конструкции приспособления выполняют на листе формата А1. На общем виде указывают его габаритные размеры, присоединительные размеры, максимальную величину перемещения подвижных частей и размеры сопряжений, которые необходимо выдержать при сборке и отладке приспособления; дается нумерация деталей для составления спецификации, прилагаемой к пояснительной записке. На чертеже общего вида должны быть указаны технические условия на сборку приспособления.

В технических условиях указываются необходимая точность сборки и пригонки отдельных элементов приспособления (допускаемые отклонения расположения основных деталей), необходимая регулировка приспособления, его отладка, методы проверки при установке на станок, отделка, маркировка и пр.

Указанный чертеж выполняется с применением одного из графических редакторов на ЭВМ. Электронная версия чертежа общего вида приспособления

должна быть сохранена для использования при дальнейшем курсовом и дипломном проектировании.

Обеспечение точности и жесткости приспособления

Для получения заданной точности обработки конструируемое приспособление должно быть достаточно жестким. Жесткость, в первую очередь, должна быть обеспечена в направлении действия сил закрепления и сил резания. Для этой цели следует применять конструкции приспособлений по возможности с минимальным количеством стыков и устранять внецентренное приложение сил. Предпочтительны цельные или сварные конструкции деталей, менее желательны сборные конструкции.

Для уменьшения контактных деформаций стыков необходимо уменьшать шероховатость контактирующих поверхностей. Контактная жесткость стыков может быть повышена при наличии тонкого слоя клея между контактирующими поверхностями. Слой клея повышает демпфирующие свойства стыка при возникновении вибрации.

Детали приспособления должны быть жесткими при изгибе и кручении. Корпусные детали приспособлений не должны деформироваться при закреплении и не должны вызывать деформации стола станка, на котором они закреплены.

1. Разработка конструкции приспособления

Разработка конструкции технологической оснастки выполняется в следующей последовательности:

-ориентировочный выбор по литературным и патентным источникам или на основе производственного опыта схемы приспособления, обоснование схемы базирования и закрепления заготовки;

-отнесение выбранной схемы приспособления к схемам группы приспособлений согласно существующей классификации, усвоение методики

конструирования приспособлений данной группы и правил безопасности при эксплуатации (ГОСТ 12.2.029-83);

-расчёт точности обработки заготовок в приспособлении;

-расчет потребных сил и моментов закрепления заготовки, выбор типа привода, расчет его основных параметров;

-выявление наиболее слабого звена приспособления, расчет его на прочность;

-расчет технико-экономических показателей эффективности предложенной конструкции приспособления;

-разработка чертежа общего вида приспособления;

-описание конструкции и принципа работы приспособления.

2. Расчет потребных сил закрепления заготовки

При обработке заготовок в приспособлениях одновременно или в различном сочетании действуют следующие силы.

2.1. Силы и момент сил резания : P_x, P_y, P_z, M.

Силы резания определяют по эмпирическим формулам теории резания или справочным данным. По числовому значению, направлению действия и месту приложения силы являются переменными величинами, так как могут изменяться во времени вследствие неравномерности припуска на механическую обработку, непостоянства механических свойств по объему обрабатываемого материала, затупления режущего инструмента и других факторов.

2.2. Сила тяжести

$$G=m \cdot g.$$

Силу тяжести не учитывают, если заготовка имеет небольшую массу.

2.3. Центробежная сила

$$F_{Ц} = \frac{m \cdot V^2}{R} = m \cdot \omega^2 \cdot R.$$

Она появляется при смещении центра масс заготовки относительно оси ее вращения во время обработки заготовок на токарных и шлифовальных станках. Центробежная сила заметно проявляет себя при чистовой обработке заготовок больших размеров и массы, а также с увеличением частоты их вращения.

2.4. Сила инерции

$$F_{и} = -m \cdot a = -m \cdot \frac{d^2 S}{dt^2}.$$

Возникает при возвратно-поступательном движении заготовок большой массы во время их обработки на продольно-строгальных, горизонтально-расточных, фрезерных и других станках, а также на станках с ЧПУ во время быстрого останова стола при большой скорости движения (позиционировании).

2.5. Сила закрепления Q создается ручным или механизированным зажимным устройством приспособления и удерживает заготовку в состоянии покоя во время ее обработки и действия на нее других возникающих сил. При проектировании приспособлений сила закрепления заготовки является искомой, и ее рассчитывают, решая задачу статического равновесия твердого тела при действии всех приложенных к нему сил и моментов.

Расчет потребных сил закрепления заготовки начинают с разработки расчётной схемы приспособления. Она необходима для уяснения принципа работы приспособления, правильного выбора схемы базирования и закрепления заготовки, расчета сил закрепления, расчета на прочность или вычисления деформации наиболее нагруженных элементов зажимного устройства и поверочного расчета приспособления на точность. Расчетную

схему вычерчивают точно и аккуратно в произвольном масштабе, при этом количество проекций схемы должно быть достаточным для понимания принципа работы приспособления и сущности выполненных расчетов.

3. Порядок разработки расчетной схемы и определения потребных сил закрепления заготовки

3.1. Вычерчивают заготовку и установочные элементы приспособления.

3.2. Показывают режущий инструмент в начальный момент обработки с создаваемыми им силами резания.

3.3. Наносят на схему силу тяжести, а также силы центробежную и инерции, если они имеются.

3.4. Рассматривают возможные результаты действия внешних сил:

-на заготовку действуют силы, стремящиеся сдвинуть ее относительно установочных элементов (опор) приспособления;

-на заготовку действуют только моменты, стремящиеся опрокинуть или повернуть ее относительно установочных элементов приспособления;

-на заготовку действуют силы и моменты, стремящиеся сдвинуть или опрокинуть ее относительно установочных элементов приспособления.

3.5. Выбирают поверхности заготовки, к которым можно приложить силы закрепления, руководствуясь тем, чтобы эти поверхности были расположены по возможности напротив опорных точек, что обеспечивает более надежное и устойчивое закрепление заготовки в приспособлении и уменьшает ее деформацию. Намечают схему закрепления заготовки зажимным устройством, рассматривая оптимальные варианты приложения силы закрепления в одной, двух или нескольких точках.

3.6. Окончательно уточняют действие всех сил на заготовку, элементы зажимного устройства и корпус приспособления; если силы действуют под углом, их раскладывают по направлениям осей X, У, Z выбранной целесообразным образом прямоугольной системы координат. Решая задачу статического равновесия твердого тела, составляют условия равновесия

заготовки в приспособлении при действии на нее сил и моментов и рассчитывают требуемую силу закрепления.

3.7. По эмпирическим формулам или справочным данным находят числовую величину всех сил и моментов, действующих на заготовку.

3.8. Принимают окончательный вариант схемы закрепления заготовки и решают вопрос о целесообразности применения дополнительных (вспомогательных) опор для придания большей устойчивости заготовке в приспособлении, если она не обладает достаточной жесткостью; вычерчивают механизированное зажимное устройство, показывают его связь с корпусом приспособления и элементами, посредством которых оно передает создаваемую им силу на заготовку.

3.9. Определяют основные варианты конструкции силового устройства, диаметр и ход поршня пневматического или гидравлического цилиндра, штока пневматической камеры и др. Если приспособление универсальное, то следует учитывать, что оно может быть использовано для обработки не только данного, но и других типоразмеров заготовок. При выполнении этого расчета используются известные методики определения сил, создаваемых силовыми устройствами: пневмо- или гидроцилиндрами, пневмокамерами и др.

4 Выявление слабого звена приспособления и его расчет на прочность

При действии силы закрепления элементы приспособления испытывают напряжения сжатия, растяжения, изгиба, кручения или могут находиться в сложном напряжённом состоянии. Для предотвращения разрушения элементов приспособления наиболее слабый из них следует рассчитать на прочность в опасном сечении, используя известные расчетные методы дисциплин «Сопротивление материалов» и «Детали машин».

Слабым звеном в этом случае может быть элемент конструкции, воспринимающий максимальную нагрузку, или, при прочих равных условиях, имеющий наименьшее по площади опасное сечение.

5 Расчет точности обработки заготовок в приспособлении

Расчет выполняется в следующей последовательности:

5.1. Определяется допустимая погрешность установки заготовки в приспособлении.

Она равна разности допуска на выполняемый размер детали по чертежу и суммы погрешностей статической и динамической настройки технологической системы (ТС).

Суммирование погрешностей статической и динамической настройки ТС следует производить с учетом вида составляющих погрешностей: случайные, систематические, постоянные, зависимые, независимые, скалярные, векторные, функциональные, а также с учетом законов их распределения и относительной величины.

В первом приближения, когда составляющие погрешности имеют один порядок величин, допустимая погрешность установки заготовки может быть определена по следующей формуле:

$$E_у = \sqrt{\delta^2 - \left[\sum \Delta_ф^2 + \Delta_c^2 + \Delta_н^2 + 3\left(\Delta_T^2 + \Delta_и^2\right)\right]}$$

Величина допуска на выполняемый размер определяется из чертежа детали, суммарная погрешность формы $\Sigma\Delta_ф$ обрабатываемой поверхности находится по табл. 55, с. 581 [3], погрешность станка Δ_C - по паспорту станка; если станок после ремонта, то - пробной обработкой партии заготовок.

Погрешность Δ_K, вызываемая непостоянством сил резания, определяется из выражения:

$$\Delta_K = \varpi_T \cdot P_y \cdot \frac{\delta}{t}$$

Величину P_y вычисляют по формуле теории резания или пользуются

справочными данными, $\omega_т$ - по паспортным данным станка или ориентировочно принимают равной $\omega_т$ =(5-10).10^{-6} мм/Н.

Погрешность настройки станка определяют из выражения:

$$\Delta_н = 1{,}2 \cdot \sqrt{\Delta_р^2 + \Delta_{ИЗМ}^2 + \Delta_{РАСЧ}^2}\,.$$

Погрешность регулирования $\Delta_Р$ положения инструмента зависит от способа регулирования и определяется по таблице1.

Таблица 5.1- Погрешность регулирования $\Delta_Р$ положения инструмента, мм

Способ регулирования			
По лимбу с ц.д. 0,05 мм	По лимбу с ц.д. 0,001 мм	По жесткому упору	По индикатору с ц.д. 0,01 мм
0,015-0,030	0,005-0,010	0,020-0,025	0,010-0,030

Погрешность измерения $\Delta_{изм}$ определяется в зависимости от способа измерения и погрешности мерительного инструмента, указанной в его паспорте; погрешностью $\Delta_{расч}$ при большом объеме выборки можно пренебречь.

Температурная погрешность $\Delta_Т$ обработки принимается равной:

$\Delta_Т$ =(0,10-0,15)δ - для лезвийного инструмента;

$\Delta_Т$ =(0,30-0,40)δ - для абразивного инструмента.

Погрешность размерного износа инструмента определяется по формуле

$$\Delta_и = \frac{L}{1000} \cdot U_O\,.$$

Значения U_o даны в таблице 2.

Температурную погрешность $\Delta_Т$ и погрешность $\Delta_и$, вызываемую износом инструмента, обычно суммируют между собой как векторные величины с учетом знака.

5.3 Определение действительной погрешности установки заготовки

Действительная погрешность установки заготовки в приспособлении $\varepsilon_{Уд}$ приближенно может быть найдена по табл. 1-4, более точно - по табл. 5-7, с.518-522 [3]; для некоторых типов приспособлений погрешность установки дана в табл.3.

Погрешность, вызванную несовмещением технологической и конструкторской баз ($\Delta_{нб}$), находят на основе построения и анализа размерных цепей [4].

5.4 Сопоставление действительной погрешности установки заготовки с допустимой.

Если соблюдается условие $\varepsilon_{Уд} < \varepsilon_{У,}$ то, следовательно, приспособление обеспечивает заданную точность обработки. Если это условие не соблюдается, то приспособление окажется непригодным для выполнения данной операции, и будет необходимо принять соответствующие меры: изменить схему базирования, схему простановки размеров, конструкцию приспособления или режимы и способ обработки.

Таблица 5.2 - Значения относительного (удельного) износа резцов при чистовом точении

Обрабатываемый материал	Материал инструмента	Скорость резания, м/мин	Относительный износ, мкм/м
Сталь 30ХМ термообработанная $\sigma_в$=1080 МН/м^2	Т15К6 Т21К8 Т30К4	100 150	12,5 9,2 6,5
Сталь легированная $\sigma_в$=900 МН/м^2	Т15К6 Т30К4 Т60К6 ВК3 ВК4 ВК11	135	8,5 3,5 2,0 9,5 30,0 140,0

Сталь хромникельмолибде-новая	Минералокерамика ЦМ332	200	12,0
Сталь 2Х13	Т15К6	85	15,0
Сталь ШХ15	Т15К6	70	20,0
Сталь 20	Т30К4	150	4,0
Сталь 45	Т15К6 Т21К8 Т30К4 Т60К6	120 480	12,0 20,0 3,0 2,5
	Минералокерамика ЦМ 332	60 100 300 400	0,5 0,7 0,8 1,0
Чугун СЧ 18-28	ВК4 ВК8 ВК3	90	8,5 13,0 19,0
Чугун СЧ 18-36	ВК8	100 120 140	13,0 18,0 35,0
Чугун легированный 230	ВК3	90 120 240	2,5 3,5 11,0
Цветные сплавы: Д1Т АЛ2 Бр.АМЦ 9-2	ВК8 ВК8 ВК8	200 180 150	2,0 2,0 4,0

5.5 Определение погрешности приспособления

Погрешность установки заготовки $\varepsilon_У$ состоит из случайных погрешностей: базирования $\varepsilon_б$, закрепления $\varepsilon_з$, приспособления $\varepsilon_п$ и равна их сумме.

$$\varepsilon_У = \sqrt{\varepsilon_б^2 + \varepsilon_з^2 + \varepsilon_п^2}\ .$$

При использовании в приспособлениях типовой схемы базирования погрешность базирования находят по известным формулам табл. 8,с.523 [3], погрешность закрепления определяют по формулам с.530 [3] или табличным данным. Если в приспособлении предложена оригинальная схема базирования, то погрешность базирования рассчитывают самостоятельно.

Отношение погрешности приспособления к допуску на выполняемый размер детали называют коэффициентом запаса точности приспособления.

$$K_T = \frac{\varepsilon_П}{\delta}.$$

Чем меньше $К_т$ – тем надежнее и долговечнее будет работать приспособление с требуемой точностью.

В практике

$$K_T = (10 - 60\%)\delta.$$

Величину погрешности $\varepsilon_п$ распределяют между основными конструктивными элементами приспособления, влияющими на точность обработки, т.е. решают обратную задачу сборочных технологических цепей: по допуску замыкающего звена находят допуск составляющих звеньев

$$\varepsilon_П = \varepsilon_{ПИ} + \varepsilon_{ПС} + \varepsilon_{ПУ} + \varepsilon_{ПФ} + \sum \delta n_i,$$

где $\varepsilon_{пи}$ - погрешность (допуск) приспособления на износ установочных элементов;

$\varepsilon_{пи} = \beta_1 N^n$ - для опор, у которых малая площадь контакта с заготовкой;

$\varepsilon_{пи} = \beta_2 N^n$ - для опор с развитой поверхностью контакта с заготовкой (пластины, пальцы с плоской поверхностью). $n = 0{,}4 - 0{,}6$. Обычно принимают n=0,5.

Таблица 5.3 Погрешность закрепления заготовок в радиальном (числитель) и

осевом (знаменатель) направлениях, мкм

Характеристика базовой поверхности	Поперечные размеры заготовок (в мм)						
	10-18	18-30	30-50	50-80	80-120	120-180	180-260
1. Погрешность закрепления заготовок в радиальном (числитель) и осевом (знаменатель) направлениях при установке заготовок на шпинделе станка							
1.1. Установка в цанге							

Продолжение табл.5.3

Характеристика базовой поверхности	Поперечные размеры заготовок (в мм)						
	10-18	18-30	30-50	50-80	80-120	120-180	180-260
Холоднотянутая калиброванная	50/50	60/60	70/70	80/80	-	-	-
Чисто обработанная	25/25	30/30	35/35	40/40	-	-	-
1.2. Установка в 3-кулачковом самоцентрирующем патроне							
Литьё в песчаную форму машинной формовки по металлической модели	270/80	320/90	370/100	420/110	500/120	600/130	700/140
Литьё в постоянную форму	175/70	200/80	250/90	300/100	350/110	400/120	450/130
Литье по выплавляемой модели	60/60	70/70	80/80	100/100	120/110	140/120	160/130
Литьё под давлением	35/40	35/50	40/60	50/70	60/80	70/90	80/100
Горячая штамповка и горячекатаная	270/80	270/80	270/80	270/80	270/80	270/80	270/80
Предварительно обработанная	25/25	25/25	25/25	25/25	25/25	25/25	25/25
Чисто обработанная	25/25	25/25	25/25	25/25	25/25	25/25	25/25
1.3. Установка в пневматическом патроне							
Литьё в песчаную форму							

машинной формовки по металлической модели	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$
Литьё в постоянную форму	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$
Литье по выплавляемой модели	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$
Литьё под давлением	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$
Горячая штамповка и горячекатаная	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$
Предварительно обработанная	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$
Чисто обработанная							
	Поперечные размеры заготовок (в мм)						
Характеристика базовой поверхности	10-18	18-30	30-50	50-80	80-120	120-180	180-260
2. Погрешность закрепления заготовок на столе станка на опорные пластины (числитель) и опорные штыри (знаменатель)							
2.1 Установка в приспособлении с ручным зажимом							
Литьё в песчаную форму машинной формовки по металлической модели	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$		
Литьё в постоянную форму	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$		
Литье по выплавляемой модели	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$		
Литьё под давлением	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$		
Горячая штамповка и горячекатаная	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$		

Предварительно обработанная Чисто обработанная Шлифование	$\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$		
2.2. Установка в приспособлении с пневматическим зажимом							
Литьё в песчаную форму машинной формовки по металлической модели Литьё в постоянную форму Литье по выплавляемой модели Литьё под давлением Горячая штамповка и горячекатаная Предварительно обработанная Чисто обработанная Шлифование	$\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$ $\frac{25}{25}$		

Примечания

1. При установке на оправку нужно учитывать погрешность базирования и принимать погрешность закрепления в зависимости от способа крепления оправки: в гильзе, патроне или зажимном приспособлении.

2. Установка в жестких центрах не дает погрешности закрепления в радиальном направлении. Погрешность закрепления, образующаяся при

установке в плавающий передний и вращающийся задний центры, не учитывается, так как перекрывается отклонением заготовки под действием силы резания.

3. Установка на магнитной плите не дает погрешности.

4. За поперечный размер заготовки необходимо принимать наибольший размер в сечении по нормали к обрабатываемой поверхности.

N - число контактов заготовки с опорой (объем выпуска изделий);

β_1 и β_2 - постоянные коэффициенты [2, с.21];

$\varepsilon_{пс}$ - погрешность установки приспособления на столе станка составляет 0,010 - 0,020 мм;

$\varepsilon_{пу}$ - погрешность изготовления установочных элементов и их монтажа в корпусе принимают 0,005 - 0,010 мм;

$\varepsilon_{пф}$ - погрешность изготовления и установки элементов для направления режущего инструмента. При направлении сверл по кондукторным втулкам её вычисляют по формуле:

$$\varepsilon_{пф} = \frac{S(a+b)}{h},$$

где S - наибольший зазор между отверстием в кондукторной втулке и сверлом. Назначается по ГОСТ 8851-81, ГОСТ 3047-81.

a - расстояние между торцом втулки и детали: при обработке чугуна равно 0,5 d сверла, стали и вязких материалов - d сверла;

b - глубина обрабатываемого отверстия по чертежу детали;

h - высота втулки; для стандартных втулок принимается по ГОСТ 18429-83, ГОСТ 18430-83, ГОСТ 15362-83;

Суммарная погрешность всех остальных элементов приспособления, влияющая на точность обработки, находится из разности:

$$\sum_{i}^{n} \delta_{пi} = \varepsilon_{п} - (\varepsilon_{пи} + \varepsilon_{пс} + \varepsilon_{пу} + \varepsilon_{пф})$$

Суммарная погрешность равна суммарному допуску размера на сборочном чертеже приспособления.

$$\sum_{i}^{n} \delta_{ni} = \delta_{nc}.$$

Если величины δ_{ni} и δ_{nc} выдерживать экономически нецелесообразно или невозможно, то необходимо внести изменения в конструкцию приспособления и сделать повторный расчет.

6 Разработка чертежа общего вида приспособления

На основе выполненных расчетов разрабатывают конструкцию приспособления и вычерчивают чертеж его общего вида на листах (формат А1) преимущественно в масштабе 1:1.

При разработке этого чертежа необходимо усвоить правила безопасности при эксплуатации приспособлений ГОСТ 12.2.029-83, иметь и использовать стандарты на детали и узлы приспособлений и справочную литературу.

К чертежу общего вида предъявляются следующие требования:

1. Чертеж должен быть разработан в соответствии с требованиями ЕСКД. Количество проекций должно быть достаточным для понимания конструкции, принципа работы приспособления и должно позволять вычерчивать рабочий чертеж любой из его деталей.
2. Детали и другие элементы должны быть прочными, технологичными, с минимальной массой и габаритами, обеспечивать удобную сборку, ремонт и эксплуатацию приспособления.
3. На чертеже должны быть указаны: базовые поверхности приспособления, наладочные (сборочные) размеры с требуемыми отклонениями относительно базовых поверхностей, размеры посадочных соединений, присоединительные

и габаритные размеры, технические условия на сборку, наладку, монтаж и эксплуатацию приспособления.

4. Конструкция приспособления должна соответствовать требованиям художественного конструирования и технической эстетики.

5. Заготовка на чертеже показывается синим или красным цветом и условно считается прозрачной.

6. Цветной линией на приспособлении показывается оригинальная часть приспособления, разработанная автором.

7 Описание конструкции и принципа работы приспособления

•

В пояснительной записке описывают:

7.1. Служебное назначение приспособления и его технические данные (характеристики).

7.2. Состав конструкции, как правило, начиная с базовой детали (корпуса) и присоединяемых к ней других узлов и деталей.

7.3. Цикл работы приспособления, начиная с установки заготовки и заканчивая ее снятием.

7.4. Новизну конструкции и ее преимущество по сравнению с существующими конструкциями.

8 Пример расчета потребных сил закрепления заготовки

8.1 Исходные данные

Требуется разработать конструкцию механизированного приспособления к горизонтально-расточному станку для расточки отверстия в корпусной детали. Из чертежа детали известен требуемый диаметр отверстия $\boldsymbol{D}^{+\delta_1}$, расстояние его оси от плоскости основания $\boldsymbol{в}^{+\delta_2}$ и технические условия на

изготовление отверстия. Дан объем выпуска деталей N (шт/год).

Анализ служебного назначения детали, конструкторский контроль чертежа, анализ технических условий изготовления детали и отработка ее конструкции на технологичность позволили уточнить исходные технические условия, выявить ошибки в чертеже, повысить технологичность конструкции.

Расчет типа производства показал, что оно серийное. Следовательно, приспособление должно быть универсально-наладочным, со сменными элементами и наладками.

Разработаны маршрутная и операционная технологии, определены режимы резания и нормы времени; установлено, что обработка отверстия производится после чистовой обработки плоскости основания и черновой - торцовых поверхностей и полок детали.

8.2 Обоснование схемы базирования

Из курса технологии машиностроения известно, что при обработке корпусных деталей небольшими партиями наиболее целесообразно на большинстве операций механической обработки в качестве технологических баз использовать три взаимно-перпендикулярные плоскости; при этом силу закрепления обычно направляют перпендикулярно плоскости основания. Принимаем эту схему базирования (см. рисунок), так как она обеспечивает соблюдение принципов постоянства и единства баз, а, следовательно, наибольшую точность обработки. Кроме того, эта схема наиболее проста в реализации.

8.3 Расчет потребных сил закрепления заготовки

8.3.1. Вычерчиваем заготовку в трех проекциях (см. рисунок).

8.3.2. Показываем режущий инструмент и создаваемые им силы резания. Так как резец вращается и перемещается вдоль оси, то силы резания -

переменные по направлению. Поэтому прикладываем силы резания в произвольной точке М, находящейся на траектории движения режущей кромки инструмента.

8.3.3. Сила тяжести G заготовки прижимает ее к постоянным опорам приспособления, центробежная сила $F_Ц$ и сила инерции $F_И$ отсутствуют, так как заготовка неподвижна во время обработки.

8.3.4. Из схемы сил, действующих на заготовку (см. рисунок), видно, что силы резания стремятся сместить заготовку по направлению осей OX и OY и повернуть вокруг этих осей. Наиболее опасен сдвиг заготовки по направлению оси OX под действием силы P_x и по направлению оси OY под действием результирующей силы резания P, а также поворот заготовки вокруг оси, параллельной оси OX и проходящей через опорные точки A_2 и A_3, и вокруг оси OX (опорные точки A_4 и A_5). Отрыв заготовки от опор под действием силы P и поворот ее вокруг оси OZ - маловероятен.

8.3.5. Наиболее целесообразно силу закрепления заготовки приложить в двух точках к поверхности лап. Это обеспечит необходимое противодействие силе резания. Приложение силы закрепления в четырех точках против опор A_1 – A_3 обеспечит большую устойчивость заготовки, но усложнит конструкцию приспособления, а приложение силы закрепления в одной точке, в плоскости симметрии заготовки, уменьшит ее устойчивость.

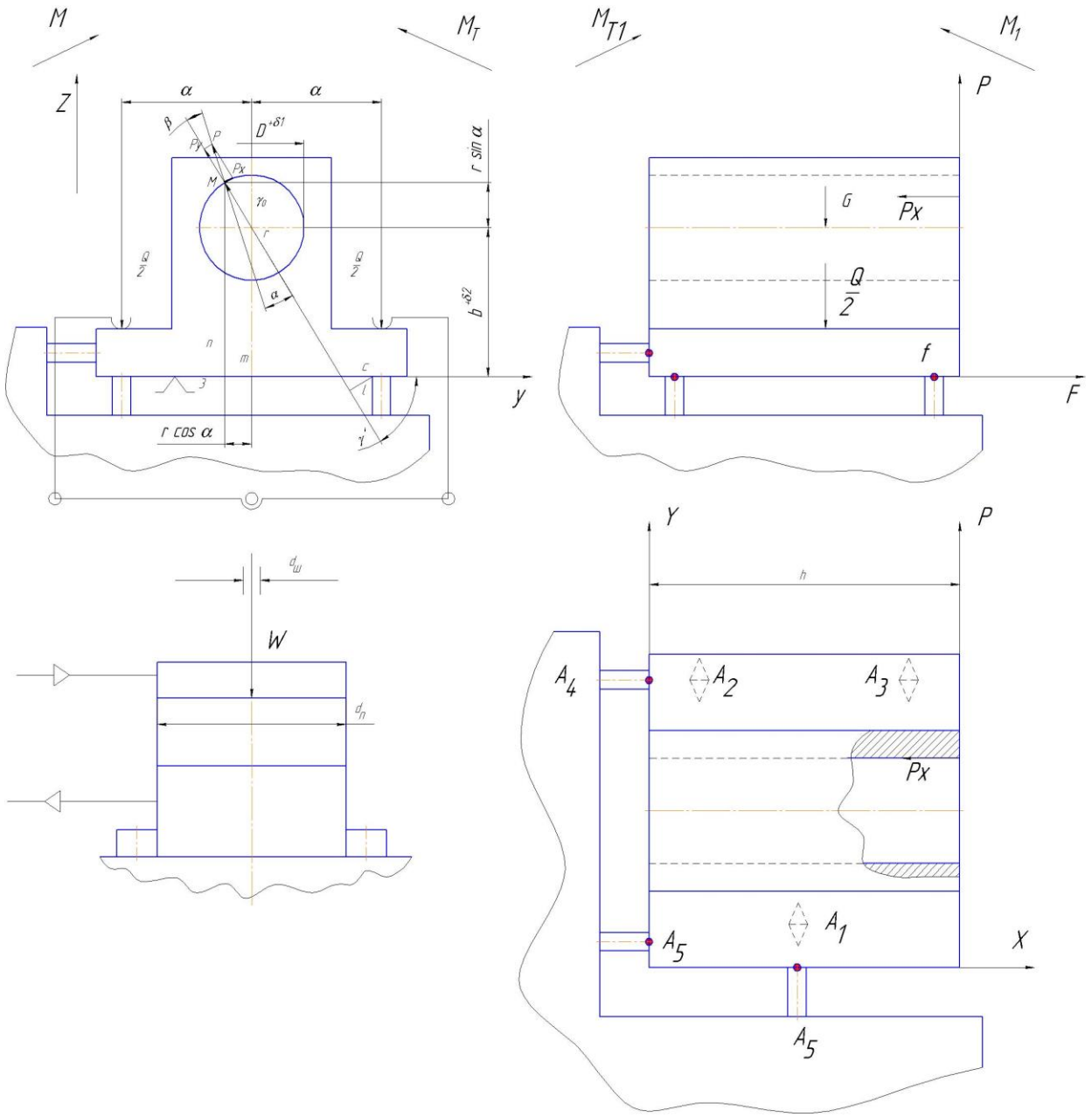

Рисунок 8.1 Расчетная схема определения потребных сил закрепления заготовки

8.3.6. Из окончательного анализа схемы действия всех сил на заготовку очевидно, что под действием силы закрепления Q и силы тяжести G в точках контакта плоскости основания заготовки с постоянными опорами приспособления возникает сила трения

$$F_T = f(Q + G - KP\sin\gamma).$$

Влияние результирующей силы резания P на силу трения $F_т$ зависит от угла γ, который изменяется от 0 до 2π.

Так как во время обработки отверстия заготовка находится в состоянии покоя на постоянных опорах приспособления, то сила трения должна быть больше всех действующих сил резания.

1. При действии сил резания по направлению оси OX

$$F_T \geq KP_X,$$

откуда при $\gamma = \frac{\pi}{2}$

$$Q_1 = \frac{KP_X}{f} - (G + KP_X)f. \qquad (8.1)$$

2 .При действии сил резания по направлению оси OY

$$F_T \geq KP\cos\gamma, \qquad (8.2)$$

откуда при $\gamma = 0$

$$Q_1 = \frac{KP}{f} - (G + KP_X)f. \qquad (8.3)$$

Момент силы закрепления Q относительно оси, проходящей через опорные точки A_2 и A_3, должен быть больше момента силы резания P относительно этой же оси:

$$Q_3 a \geq KPl \qquad (8.4)$$

или

$$Q_3 = \frac{KP}{a} l, \qquad (8.5)$$

где $l = c\sin\gamma$

Имея (8.2) и (8.3), найдем

$$Q_3 = \frac{KP}{a}\left(\sqrt{a^2 + b^2 + 2ab\sin\beta}\right). \qquad (8.6)$$

Момент сил закрепления относительно оси OY (опорные точки A_4 и A_5) должен быть больше момента сил резания:

$$\frac{1}{2}Q_4 h \geq KhP\sin\gamma + KP_x(b + 2\sin\alpha) - \frac{1}{2}Gh,$$

или

$$Q_4 = 2K\left[P\sin(\alpha+\beta) + P_X\left(\frac{b}{h} + \frac{2}{h}\sin\alpha\right)\right] - G. \qquad (8.7)$$

Найдем производную от выражения в квадратных скобках по переменному аргументу α и, приравняв ее к нулю, получим значение α, при котором действие силы резания наиболее опасно

$$P\cos(\alpha+\beta) + P_X\frac{2}{h}\cos\alpha = 0. \qquad (8.8)$$

Определив из (8.8) критическое значение угла α и подставив его в (7), найдем

$$Q_4 = 2K\left(\sqrt{p^2 + 2PP_X\frac{2}{h}\cos\beta + P_X{}^2\frac{2^2}{h^2}} + P_X\frac{b}{h}\right) - G. \qquad (8.9)$$

Если подставить в полученные зависимости значения сил резания и соответствующие размеры заготовки и приспособления, то можно по формулам(1), (2) , (6) и (9) найти потребную силу закрепления. Так как все соответствующие силы резания действуют одновременно, то потребная сила закрепления должна быть равна сумме этих сил

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4.$$

Из чертежа видно, что заготовка имеет достаточную жесткость, дополнительные опоры не требуются. Применяем начальную схему базирования и закрепления

По известным зависимостям [2,3]и др. определяем основные параметры зажимного устройства. Если в качестве механизированного привода, как в

данном случае, используется пневматический цилиндр, то создаваемая им сила закрепления

$$W = p\frac{\pi\left(d_n^2 - d_ш^2\right)}{4}\eta,$$

где p - удельное давление сжатого воздуха в сети 0,3-0,5 МПа (~ 4 кгс/см^2);

d_n и $d_ш$ – соответственно диаметры штока и поршня;

η - коэффициент полезного действия - 0,7-0,85.

Из числового ряда диаметров поршня и штока (ГОСТ 6540-81)

$$d_ш = (0{,}3 - 0{,}5)d_n,$$

тогда

$$W = 0{,}785 * 0{,}84 * d_n^2 * \rho * \eta$$

при

$$d_ш = 0{,}4d_n.$$

Из условия неподвижного состояния заготовки в приспособлении во время ее обработки $W \geq Q$ находим

$$d_n = \sqrt{\frac{Q}{0{,}785 * 0{,}84 * \rho * \eta}}.$$

После расчета диаметра поршня окончательную его численную величину уточняют по числовому ряду диаметров поршня по ГОСТ 6540-81. При этом рекомендуется принимать ближайшую большую величину. Если принятый по числовому ряду диаметр поршня больше расчетного на 10% и более, то, пользуясь указанными формулами, необходимо рассчитать действительную величину силы, создаваемую пневматическим цилиндром и, следовательно, действительную величину силы закрепления. Величину хода штока устанавливают в зависимости от необходимой величины перемещения зажимных элементов для снятия (установки) заготовки в приспособлении с учетом рекомендаций ГОСТ 12.2.029-83.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Андреев Г.Н. и др. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства:Учебное пособие.М.Высшая школа, 2007. 384 с.

2. Андреев Г.Н. и др. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства: Учебное пособие. М. Высшая школа, 2001. 368 с.

3. Погонин А.А. и др. Проектирование технологических схем и оснастки. М., академия, 2009. 246 с.

4. Погонин А.А. и др. Проектирование технологических схем и оснастки. М., академия, 2007. 234 с

5. Схиртладзе А.Г. Станочные приспособления. Альбом. М.. Высшая школа, 2001. 142 с.

6..Холодкова А.Г. Технологическая оснастка./ А.Г.Холодкова. М.: Академия, 2008. 368 с.

7. Косов Н.П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы./ Н.П.Косов,А.Н.Исаев,А.Г.Схиртладзе.М.:Машиностроение,2005. 304 с.

Дополнительная

1. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении/В.С.Корсаков. М.: Машиностроение, 1983. 258 с.

2.Микитянский В. В. Точность приспособлений в машиностроении /В.В.Микитянский. М.: Машиностроение, 1984. 426 с.

3. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции/М.А.Ансеров.М.–Л.: Машиностроение, 1966. 648 с.

4. Гипп Б. А. Контрольные приспособления /Б.А.Гипп, Ю.М.Гоникберг. М.:Машгиз, 1970. 283 с.

5. Дзюбандовский К. А. Пневматические приспособления/ К.А.Дзюбандовский. М.:Машиностроение, 1983. 186 с.

6. Кузнецов Ю. И. Станочные приспособления с гидравлическим приводом

/Ю.И.Кузнецов.М.: Машгиз, 1970. 165 с.
7. Кузнецов В. С. Системы универсально-сборных приспособлений в машиностроении /В.С.Кузнецов, В.А.Пономарев.М.: Машиностроение, 1964. 157 с.
8. Левинсон Е. М. Контрольные приспособления в машиностроении/ Е.М.Левинсон.М.: Машиностроение, 1960. 245 с.
9. Ципорин Ю. А. Основы проектирования пневматических и пневмогидравлических приспособлений/ Ю.А.Ципорин, Ю.И.Кузнецов. М.: Машгиз, 1961. 208 с.

Справочная

10. Олеров И. М. Допуски на изготовление и износ деталей станочных приспособлений: справочник /И.М.Олеров. М.: Машиностроение, 1983. 55 с.
11. Станочные приспособления: справочник: в 2 т. /под ред. Б. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова, В. В. Данилевского. М.: Машиностроение, 1984. Т.1 – 592 с., Т.2 - 556 с.
12. Справочник металлиста: в 4 т. /под ред. А.Н.Кована. М.: Машгиз, 1959. Т.4. 560 с.
13. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков: справочник /А.К.Горошкин. М.: Машиностроение, 1979. 303 с.
14. Пружинно-гидравлическая зажимная оснастка для металлорежущих станков /под ред. Л. М. Мышлевского. М.: Машиностроение, 1983. 149 с.
15. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. /под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985. Т.1 - 655 с.,

3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Технико-экономическое обоснование метода получения заготовки и ее проектирование

Одним из важнейших этапов проектирования технологии изготовления детали является выбор исходной заготовки.

В машиностроении основными видами получения заготовок являются – литье стальное, чугунное и из цветных и жаропрочных сплавов, поковки и штамповки стальные, из титановых и легких сплавов, всевозможные профили проката. На выбор формы, размеров и метода получения заготовки большое влияние оказывают материал, конструкция, размеры, функциональное назначение детали, тип производства и другие факторы. Цель этого этапа курсового проектирования – выбор оптимального метода получения исходной заготовки, позволяющего в данных производственных условиях свести к минимуму технические и экономические затраты, позволяющие снизить себестоимость изготовления детали и, соответственно, повысить её конкурентоспособность.

Рационально подобранный метод получения заготовки в значительной мере предопределяет технологический процесс изготовления детали, сводя к минимуму число обрабатываемых поверхностей детали, величину снимаемых припусков, количество переходов и операций механической обработки и т.д.

Выбор заготовки и метода её получения необходимо производить в соответствии с требованиями ГОСТ 14.303-73 в следующей последовательности.

1) Определение вида заготовки.
2) Выбор метода получения заготовки.
3) Назначение припусков на все обрабатываемые поверхности.
4) Разработка эскиза заготовки и её массы.
5) Технико-экономическая оценка конкурирующих вариантов получения заготовки.

Вид исходной заготовки (прокат, литье, штамповка) устанавливается на

основе конструктивных форм и размеров, материала детали, объема выпуска. При выборе исходной заготовки необходимо стремиться к максимальному приближению формы и размеров ее к параметрам готовой детали.

После этого, учитывая конструкцию детали и годовой объем выпуска, выбирают два наиболее прогрессивных метода получения заготовки.

Сначала устанавливают наиболее подходящий технологический процесс изготовления заготовки. Затем выбирают метод формообразования заготовки (литье *в* песчаные, стержневые или металлические формы, свободная ковка, ковка в подкладных штампах, штамповка в открытых штампах и т.д.)

В первую очередь выбирают тот метод изготовления, который полностью обеспечивает точность и качество заготовки. При выборе метода изготовления заготовки следует учитывать возможность одновременного изготовления нескольких заготовок.

При выборе метода литья необходимо учитывать влияние особенностей формирования структуры металла отливки, технологических, физико-механических, литейных свойств сплава на конструкцию литой заготовки.

Сравнительная характеристика способов изготовления отливок, их особенности и область применения приведены в таб. 1[13.с 117].

Ориентировочные данные и шероховатости отливок приведены в таб. 13 [13.С.13I].

Заготовки из проката получают резкой. Способы резки, точность и область применения даны в таб.66 [13.с 171].

Сравнительные характеристики поковок, изготовляемых ковкой и штамповкой, и область применения приведены в таб.21[37.с 138].

Припуски на механическую обработку отливок и допуски на их изготовление регламентируются ГОСТами [13,с. 120...133].

Припуски и допуски на поковки из углеродистой и легированной сталей при ковке на молотах устанавливают по ГОСТ 7829-70.

Припуски и допуски на поковки из тех же сталей при ковке на прессах устанавливают по ГОСТ 7062-79 [13,с, 146].

Припуски и допуски при горячей штамповке методом выдавливания приведены в [13, с. 143].

Припуски и допуски для поковок из высоколегированных сталей и сталей с особыми физическими свойствами устанавливают по стандартам предприятия.

Допуски, припуски и кузнечные напуски на поковки стальные штампованные устанавливают по ГОСТ 7505-89.

Размеры диаметров заготовки для деталей, изготовляемых из круглого сортового проката по ГОСТ 2590-71, даны в [13,с. 169].

Размеры полосового стального проката определяются ГОСТ 103-76 и приведены в [13, с.170].

Окончательный выбор метода изготовления заготовки производят после технико-экономическому сравнению двух вариантов по себестоимости и коэффициенту использования металла. Методика технико-экономического сравнения конкурирующих вариантов изготовления заготовок приведена на страницах 31-49[7] и в методических указаниях [18].

Результаты расчета следует свести в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 - Сравнение вариантов получения заготовок

№ п/п	Наименование показателей	Первый вариант	Второй вариант
1	Вид заготовки		
2	Годовой объем выпуска		
3	Масса заготовки		
4	Стоимость заготовки		
5	Коэффициент использования металла		

3.2 Технико-экономическое обоснование принятого варианта технологического процесса

В данном разделе производится технико-экономическое обоснование

принятого варианта технологического процесса изготовления детали в целом или по одной из операций механической обработки. Для сравнения двух операций необходимо использовать более прогрессивное оборудование, режущий и мерительный инструмент, станочные приспособления. Сравнению подлежат одинаковые объемы работ, т.е. обработка одних и тех же поверхностей, но различными методами.

По каждому варианту операции должна быть определена технологическая себестоимость и произведено сравнение.

Расчет себестоимости операции при выборе варианта обработки может быть осуществлен методом прямого распределения затрат (метод калькулирования) или нормативным методом.

Методика определения себестоимости обработки по отдельным вариантам и выбора наиболее рационального из них для данных условий производства приведена в учебной и справочной литературе [3, 4, 13,36].

3.3 Обоснование экономической целесообразности использования сконструированного приспособления

Расчет технико-экономических показателей эффективности предложенной конструкции приспособления выполняется путем расчета ряда показателей и сравнения их величин с нормативными значениями

К числу этих показателей можно отнести следующие:

3.3.1 Коэффициент унификации.

$$K_У = E_У / E_У + E_О .$$

При подсчете учитывают только те неунифицированные узлы и отдельные детали (помимо крепежных), которые входят непосредственно в конструкцию изделия. Этот коэффициент характеризует преемственность проектируемой конструкции приспособления.

3.3.2 Коэффициент стандартизации.

$$K_C = \frac{E_C}{E_C + E_O}.$$

При расчете этого коэффициента также учитывают только те нестандартные узлы и детали (помимо крепежных), которые входят непосредственно в конструкцию изделия.

3.3.3 Коэффициент загрузки единицы технологической оснастки.

$$K_З = \frac{T_{ШТ.К.} \times N}{Ф_Д}.$$

3.3.4 Себестоимость изготовления приспособления может быть рассчитана по формуле

$$C_п = q \cdot z \cdot K_п.$$

Себестоимость изготовления одной условной детали определяется по данным базового предприятия, а коэффициент сложности $K_п$ приспособления - по таблице 3.2.

Ориентировочно стоимость приспособления в сопоставимых ценах может быть определена по таблице 3.3.

Таблица 3.2 - Значение коэффициента $K_п$ сложности приспособления

Характе-ристика приспо-соблений	Мелкие приспо-собления с простым корпусом	Мелкие приспо-собления с корпусом средней сложности	Мелкие приспособления со сложным принципом работы	Средние по габаритам приспособления с простым циклом работы	Средние по габаритам приспособления со сложным корпусом и циклом работы	Средние приспособления с механизированным приводом
Число деталей в присп.	<5	5 – 15	15 - 23	25 - 40	40 - 55	56 - 95

K_n	8 - 10	10 - 40	50 - 100	100 - 200	260 - 400	600 - 1000

Таблица 3.3 - Стоимость универсальных и специальных приспособлений

Наименование приспособлений	Основные размеры, мм	Стоимость, руб.
Машинные тиски с винтовым, эксцентриковым и реечным зажимами	160÷400 20÷50	3300-5720 30-140
То же, с пневматическим зажимом	160÷400 20÷50	3300-5750 30-150
То же, поворотные самоцентрирующие	75÷200 665÷850	200-400 1100-1350
Головки делительные универсальные	110÷180 250÷350	2000-2650 3300-5750
Столы поворотные круглые с ручной подачей	110÷180 200÷270 350	1100-1800 6800-7250 7970
- // - с механической - подачей -	1200	8480
- // - прямоугольные двухпозиционные	100×100 250×250 450×450	120-140 1000 1760
Приспособления с ручным зажимом детали:		
одноместные	400x400 600x600 800x800	3080 4000 5280
многоместные	300x250 500x350 100×500	7480 8500 6800
Наименование	Основные размеры,	Стоимость,

приспособлений	мм	руб.
Приспособления с гидравлическим и пневматическим зажимами деталей:		
одноместные	от 100х200 до 200х400	6600-7950
	от 300х400 до 700х500	9700-11880
	от 250×500 до 400×1000	9500-14800
многоместные	от 150х300 до 250х300	7800-10600
Кондукторы:		1320-2620
накладные		4400-11000
передвижные		3520-9240
поворотные на одной и двух стойках		
для горизонтально-расточных станков с пневматическим зажимом для нескольких отверстий		1320-19800
Универсальные, скальчатые с одной и двумя стойками		1320-2200
Для крепления инструмента:		
многошпиндельные сверлильные головки:		13200-17800
специальные универсальные (2-, 4 – шпиндельные)		3520-15720
Для автоматизации станков:		22000-44000

автооператоры к станкам		
Бункеры к станкам:		22000-66000
сложные		13200-22000
средней сложности		6600-13200
вибрационные		
Магазины к станкам:		4400-13200
сложные		22000-44000
средней сложности		

Примечания

1. Годовые расходы, связанные с ремонтом и обслуживанием приспособлений, могут быть приняты в размере 10-25% их первоначальной стоимости в зависимости от интенсивности использования и сложности конструкции приспособления.

2. Амортизация специальных приспособлений принимается в период первого и второго года эксплуатации и не позже трех лет. 3-летний срок является предельным, хотя приспособление в отдельных случаях может эксплуатироваться и дольше. Амортизация универсальных приспособлений может быть принята и по фактическому периоду годности, но не более 10 лет.

3.3.5 Срок окупаемости приспособления

$$T = \frac{C_n}{(C_1 - C_2)N}.$$

Величина Т не должна превышать 6,6 лет.

3.3.6 Экономический эффект от использования приспособления6

$$Э = (C_2 - C_1)N$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Содержит оценку результатов выполненной работы с точки зрения их соответствия требованиям задания. Приводятся основные результаты разработанного технологического процесса с указанием мероприятий (технологических, конструкторских, использование автоматизированного проектирования и др.), за счет которых обеспечивается повышение качества изготавливаемых деталей, производительности труда, снижение себестоимости обработки и т.д. Особенно выделяются новые решения и предложения автора квалификационной работы, которые могут быть рекомендованы к внедрению в производство.

Охрана труда

При прохождении производственной практики изучаются достоинства и недостатки в организации безопасного труда на участке, где обрабатывается деталь. При выполнении квалификационной работы вопросы охраны труда отражаются в технологической документации и в пояснительной записке, следует кратко указать используемые на участке технические средства и организационные методы, обеспечивающие безопасность труда работающих и защиту окружающей среды.

Требования безопасности труда излагаются в соответствии с ГОСТ 12.3.002-75 и ГОСТ 12.3.025-80.

Список использованной литературы

В список литературы включают все использованные источники в порядке появления ссылок в тексте пояснительной записки и оформляют его в соответствии со стандартом. В тексте расчетно-пояснительной записки

производятся ссылки на использованную литературу с указанием порядкового номера по списку литературы в квадратных скобках. В расчетах, связанных с нормативами (например, в расчетах режимов резания, припусков на обработку и др.), ссылки делаются с указанием страницы или таблицы, например, [5, с. 39], [18, табл.25].

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

(для выполнения квалификационной работы бакалавра)

1.Технологичность конструкций изделия / Под ред. Ю.Д. Амирова - М.: Машиностроение, 1990. - 768 с.

2. Балабанов А.Н. Технологичность конструкций машин - М.: Высш. шк., 1983. - 256 с.

3. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. - Минск: Высш. нпс.,1983.- 256 с.

4. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении / Под ред. В.В. Бабука - Минск: Высш. шк, 1986. - 276 с.

5. Маталин А.А. Технология машиностроения - Л.: Машиностроение, 1985.-496с.

6.Справочник технолога-машиностроителя Т. IV Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985. - 656 с.

7. Технология машиностроения (специальная часть) / А.А. Гусев, Е.Р. Ковальчук, И.М. Колесов и др. - М.: Машиностроение, 1986. - 480 с.

8.Классификатор технологических операций в машиностроении и приборостроении - М.: Изд-во стандартов, 1975. - 24 с.

9.Гжиров Р.И. Программирование обработки на станках с ЧПУ / Р.И. Гжиров, П.П. Серебреницкий. - Л.: Машиностроение, 1990. - 588 с.

10.Станки с программным управлением. Справочник / Г.А. Монахов, А.А Оганян, Ю.И. Кузнецов и др. - М.: Машиностроение, 1975. -288 с.

11.Дерябин А.П. Программирование технологических процессов для

станков с ЧПУ - М.: Машиностроение, 1984. - 224 с.

12.Марголит Р.Б. Наладка станков с программным управлением - М.: Машиностроение, 1983. - 254с.

13.Справочник технолога-машиностроителя Т. *1.1* Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1986. - 496 с.

14.Металлорежущие станки. Каталог - М.: НИИмаш, 1981. - 238 с.

15.Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. - М.:Машиностроение, 1979. - 656 с.

16.Синицьш В.Т. Технологическая оснастка машиностроительного производства. Учеб. пособие. -Ярославль: Изд-во ЯГТУ. 2000. -223 с. [2322].

17.Станочные приспособления: Справочник. Т. 1 и Т. 2 / Под ред. Б.Н.Вардашкина. - М.: Машиностроение, 1984. - Т.1 - 592 с; Т.2 - 656 с.

18.Кузнецов Ю.И. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник / Ю.И. Кузнецов, А.Р. Маслов, А.Н. Байков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990. - 512 л.: ил.

19.Обработка металлов резанием. Справочник технолога / Под общ. ред. А.А. Панова - М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.

20.Режимы резания металлов. Справочник / Под ред. А.Д. Корчемкина //М.: НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

21.Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник / Баранчиков В.И., Жавринов И.Д., Юдина И.Д. и др. - М.:Машиностроение, 1990. - 400 с.

22.Общемашиностроительные нормативы времени и режимы резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. В 2-х частях. - М.:Экономика, 1990. 4.1 - 208 с.; 4.2 - 240 с.

23.Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту /Н.А. Нефедов, К.А. Осипов. - М.: Машиностроение, 1990. - 448с.

24.Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на

обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Мелкосерийное и единичное производство. - М.: НИИтруда, 1982. -136 с.

25.Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках, крупносерийное и массовое производство. - М.: НИИтруда, 1982. -136 с.

26.Экономика и организация производства в дипломных проектах / Под общ. ред. К.М. Великанова. - Л.: Машиностроение, 1986. - 285 с.

27.Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: Учеб. пособие для вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». - М.: Машиностроение, 1986. - 288 с.

28.Кочергин А.И. Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для вузов. Минск: Высш. шк., 1991. - 382 с.

29.Справочник технолога машиностроителя. Т.2 / Под ред. проф. Малова А.Н. - М.: Машиностроение, 1972. - 568 с.

30.Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов /Под ред. В.Э. Пуша. - М.: Машиностроение, 1985. - 256 с.

31.Металлорежущие станки и автоматы. Под ред. А.С. Проникова. - М.:Машиностроение, 1981. - 367 с.

32.Калачев О.Н., Синицын В.Т. Применение вычислительной техники в курсовом и дипломном проектировании по технологии машиностроения: Учеб. пособие.- 2-е изд., перераб. и доп./ Яросл. политехи, ин-т. - Ярославль, 1989. - 87 с. [1265].

33.Митрофанов В.Г., Калачев О.Н., Схиртладзе А.Г. и др. САПР в технологии машиностроения: Учебное пособие [УМО АМ].-Ярославль, Яросл. гос. техн. ун-т, 1995. - 298 с. [2021].