

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА ПО ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Учебное пособие

Самара
Самарский государственный технический университет
2015



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технология машиностроения»

А.П. ОСИПОВ, С.П. ПЕТРОВА,
А.Н. МАЛЫХИН, А.В. ШИРОКОВ

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА ПО ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Учебное пособие

Самара
Самарский государственный технический университет
2015

Печатается по решению редакционно-издательского совета СамГТУ

УДК 621.002.001.63 (075.8)

О40, П40

Осипов А.П., Петрова С.П.

О40, П40 **Выпускная квалификационная работа по технологии машиностроения:** учебное пособие /*А.П. Осипов, С.П. Петрова, А.Н. Малыхин, А.В. Широков*, под общ. ред. А.П. Осипова – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2015. – 234 с.: ил.

Освещены тематика, общие правила оформления комплексных и индивидуальных дипломных проектов по технологии машиностроения, вопросы организации дипломного проектирования. Даны подробные рекомендации по структуре проектов. Изложены методические положения по разработке в дипломных проектах технологических процессов изготовления изделий в машиностроении.

Приведены методики и конкретные примеры проектирования технологической оснастки, режущего инструмента, средств автоматизации, методики контроля и управления качеством изделий машиностроения, расчета технико-экономических показателей технологических процессов.

Для студентов механического факультета, очно-заочной и заочной форм обучения по направлению подготовки бакалавриата 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств. Может быть полезно технологам и конструкторам машиностроительных предприятий.

УДК 621.002.001.63 (075.8)

О40, П40

Рецензенты: зав. 9 кафедрой общетехнических дисциплин филиала ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Сызрань), к.т.н., доцент *В. Я. Судаков*,

зав. кафедрой «Общеинженерные дисциплины» филиала ФГБОУ ВО СамГТУ г. Сызрани, к.т.н., доцент *С.А. Сингеев*

© А.П. Осипов, С.П. Петрова, 2015

А.Н. Малыхин, А.В. Широков, 2015

© Самарский государственный
технический университет, 2015

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цель данного учебного пособия - оказать помощь студенту в выполнении дипломного проекта и адаптации его к будущей профессиональной технологической, конструкторской и исследовательской деятельности в качестве технолога механосборочного производства или конструктора по оборудованию и технологической оснастке.

В отличие от существующих учебных пособий аналогичного назначения, общим недостатком которых является абстрагированность от конкретных тем в силу отсутствия конкретных примеров, данное учебное пособие относится к определенной тематике: проектирование технологических процессов механосборочного производства общего и тяжелого машиностроения, средств его технологического оснащения, является обобщением длительной деятельности в этом направлении кафедры «Технология машиностроения» филиала ФГБОУ ВО СамГТУ в г. Сызрани.

Учебное пособие содержит конкретные рекомендации, сопровождающиеся примерами, по разработке тех разделов проектирования, которые характерны для профессиональной деятельности бакалавра, работающего в сфере машиностроительного производства, которые, можно надеяться, не только облегчат работу студентам над дипломным проектом, но и будут способствовать их профессиональной подготовке. Изложение материала позволяет совершенствовать методику выполнения дипломных проектов.

Некоторые разделы учебного пособия могут быть полезны магистрантам и аспирантам, а также инженерам - технологам механосборочного производства при решении производственных задач, связанных с проектированием технологических процессов изготовления деталей с минимальной себестоимостью и их технологического оснащения.

ВВЕДЕНИЕ

Дипломное проектирование является завершающим, наиболее ответственным этапом подготовки бакалавра в учебном заведении. Содержание его, как и любого вида деятельности, определяется целями. Поэтому большое значение имеет определение целей дипломного проектирования. Концепция дипломного проектирования должна базироваться на его главных целях.

Дипломное проектирование преследует две цели: образовательную и контрольную.

Образовательная цель заключается в освоении студентом в процессе выполнения дипломного проекта методов проектирования, приобретении навыков применения полученных знаний, применении справочной, научной и технической литературы, принятии технических решений и их защите. Эта цель достигается студентом при участии научного руководителя дипломного проекта и консультантов. При этом также производится как бы зачистка тех шероховатостей, которые были допущены в процессе обучения и специальной подготовки студента.

Вторая цель - контрольная, выполняемая научным руководителем дипломного проекта, консультантами и Государственной экзаменационной комиссией (ГЭК). Она позволяет установить соответствие качества подготовки требованиям образовательных стандартов и профессиональной деятельности. Контроль позволяет выявить недостатки образовательной деятельности учебного заведения и определить направление работы вуза по их устранению.

В процессе дипломного проектирования решаются следующие основные задачи:

– комплексное применение общеинженерных и специальных знаний при решении конкретных технических задач, привлечение современных средств разработки технических проблем, в том числе новейших методов исследования, средств вычислительной техники;

- критическое осмысление сущности известных технических решений;
- поиск новых технических решений на уровне последних отечественных и мировых достижений;
- анализ вариантов решений с учетом их технической, экономической и социальной целесообразности;
- логическое и расчетное обоснование всех принимаемых технических решений;
- грамотное графическое и словесное выражение технических понятий и идей;
- самостоятельная организация этапов выполнения дипломного проекта во времени для качественного завершения их в установленный срок;
- реальная направленность результатов работы, предполагающая хотя бы частичное практическое внедрение их в производство

Выполнение указанных целей и задач во многом предопределяется правильным выбором темы дипломного проекта и содержанием технического задания. Тема дипломного проекта должна полностью соответствовать направлению подготовки, учебному плану и государственному стандарту подготовки бакалавра. Она должна предполагать возможность наиболее полного применения студентом на практике специальных, общеинженерных и теоретических дисциплин.

По направлению подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" профилю "Технология машиностроения" темы могут быть технологические, конструкторские, исследовательские и комбинированные. По форме выполнения - индивидуальные и групповые (комплексные).

Независимо от направления темы выполненный дипломный проект должен отражать в значительной степени элементы, составляющие основу данного направления подготовки и относящиеся к содержанию специальных дисциплин.

Существующие учебные пособия освещают, главным образом, проработку вопросов технологических тем, очень редко уделяя внимание вопросам, связанным с разработкой конструкции машины или механизма, детализацией, оформлением конструкторской документации, организацией научно-исследовательской работы и принципов оформления ее результатов и т.п.

Конструкторские темы должны соответствовать данному направлению подготовки и выбранному профилю и отражать содержание основных специальных дисциплин. Это, например, проектирование металлорежущего оборудования, специальных приспособлений, технологической оснастки, средств автоматизации и механизации технологических процессов механической обработки или сборки и т.п.

Научно-исследовательские темы также должны быть направлены на решение технологических проблем: качество обработки, повышение производительности труда при механической обработке или сборке, снижение затрат, улучшение условий труда на основе использования и широкого отражения специальных дисциплин и современных достижений науки и техники.

В рамках любой темы бакалавр данного профиля должен выполнить на профессиональном уровне ту ее часть и решить в первую очередь те вопросы, которые относятся к его области профессиональной деятельности, и не пытаться выполнять ту часть, которая не относится к этой области.

Показателем правильности выбранной темы и разработанного задания является не только качество проекта, но и зависимость студента от руководителя и консультантов, которые не должны подменять студента, не обучать его заново, а выполнять контрольную, совещательную и рекомендательную функции. Необходимо, чтобы значительная часть дипломного проекта была повторением на более высоком научно-техническом уровне той работы, которую он выполнял в курсовом проектировании, на практических и лабораторных занятиях и НИРС.

Главными требованиями к дипломному проекту, предъявляемыми при оценке, являются:

- соответствие принятых решений современному состоянию науки и техники;
- обоснованность решений техническими расчетами и анализом;
- соответствие представленных документов предъявляемым требованиям, действующим стандартам наиболее высокого уровня: международным, государственным и региональным;
- эстетический уровень проекта;
- соответствие текстовых документов литературным требованиям, четкость, полнота и краткость описаний;
- степень возможности непосредственного применения разработанных в проекте решений на производстве.

Качество дипломного проекта значительно снижается, если в нем разработаны известные, но устаревшие идеи и решения и не использованы новые, более эффективные. Существенным недостатком является и то обстоятельство, когда использованные известные решения или даже созданные студентом новые, не имеют обоснования, не подтверждены конкретным анализом и расчетами, т.к. это ставит под сомнение их реальность. Дипломные проекты должны отвечать нормативным требованиям. Обязательным требованием ко всем составным элементам проекта является соответствие их действующим стандартам и установленным требованиям. Любой документ в проекте, во-первых, должен поддаваться идентификации, т.е. позволять отнести его к тому или иному виду, предусмотренному стандартами; во-вторых, он должен полностью соответствовать тем требованиям, которые предъявляются к данному виду документа. Несоблюдение этих требований делает невозможным их проверку и оценку.

Все проекты, независимо от типа и направления, должны быть адекватными по трудоемкости, которая определяется объемом выполненных расчетов, количеством листов графического материала и плотностью изображений на них, а также их сложностью. Таблицы,

текст, графические изображения алгоритмов и т.п., вынесенные в качестве графического материала на листы, не могут равноценно заменять по объему чертежи, схемы и плакаты и должны выходить за пределы установленного минимума количества листов формата *A1*.

В настоящем учебном пособии рассматриваются вопросы, связанные с методикой выполнения дипломных проектов бакалавров. Авторы стремились обобщить и систематизировать информацию, необходимую для выполнения дипломных проектов студентами направления подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (особенно профиля «Технология машиностроения»). Все методические положения, относящиеся к разработке технологических и конструкторских вопросов, рассматриваются в свете требований стандартов Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП), Единой системы технологической документации (ЕСТД) и Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). При написании пособия использовался многолетний опыт подготовки инженеров - механиков на кафедре «Технология машиностроения» филиала ФГБОУ ВО "Сам ГТУ" в г. Сызрани, материалы учебных пособий кафедры по дипломному проектированию, а также методические рекомендации учебно-методического объединения по образованию в области автоматизированного машиностроения по квалификационным работам бакалавров и инженеров.

Учебное пособие содержит материалы, необходимые для проектирования технологических процессов механической обработки деталей машин и средств их оснащения. Рассмотрены особенности проектирования технологических процессов при использовании станков с программным управлением, многоцелевых станков. Изложены вопросы проектирования технологической оснастки, режущего инструмента, средств механизации и автоматизации, технико-экономические расчеты. Приводятся методические указания по оформлению графической части проектов и расчетно-пояснительной записки.

1. СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

1.1. Содержание задания

В задании на выполнение дипломного проекта должна быть сформулирована тема проекта и определены:

- объем производства и годовая программа;
- исходные данные к проекту: рабочие чертежи деталей, на которые потребуется подробная технологическая разработка; чертежи сборочного узла или изделия и технические условия на изготовление и сборку;
- перечень основных вопросов, подлежащих разработке;
- объем графического материала с точным указанием обязательных чертежей;
- фамилии руководителя и консультантов по проекту.

Примеры задания на дипломный проект даны в приложении А и приложении Б.

Выполнение дипломного проекта производится студентом в соответствии с графиком, разрабатываемым на кафедре. В задании необходимо предусмотреть патентную проработку темы в целом и обязательно одного из объектов проектирования.

1.2. Порядок выполнения дипломного проекта

Дипломный проект выполняется в три этапа: сбор и анализ материалов, необходимых для выполнения проекта, выполнение содержательной части и защита дипломного проекта.

В период прохождения производственной практики студент должен изучить и проанализировать основные технические, организационные и экономические вопросы производства, которые ему надлежит решить в своем проекте. Особое внимание он должен обратить на вопросы, связанные с получением заготовок и механической обработкой деталей, указанных в задании, т.е. студент должен:

1) изучить технологию производства отливок и поковок в заготовительных цехах;

2) ознакомиться с системой расчета припусков на обработку, установить величину общих и межоперационных припусков и допусков на них;

3) изучить технологические процессы механической обработки деталей и сборки изделия, режимы резания, нормы времени на обработку заданных деталей и всего изделия, нормы времени на сборку изделия, испытания и окраску с указанием разрядов работы и процентов перевыполнения норм. Рекомендуется выполнять операционные эскизы обработки заданных деталей с указанием способов базирования и закрепления деталей, расположения и крепления режущих инструментов, а также получаемой точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей;

4) ознакомиться с работой металлообрабатывающего оборудования, способами его наладки и настройки, зарисовать эскизы наиболее производительных приспособлений, специальных режущих инструментов применительно к заданным деталям;

5) ознакомиться с планировкой цеха, оборудованием, работой транспортного оборудования;

6) изучить систему управления цехом и его организацию;

7) ознакомиться с организацией инструментального, ремонтного и складского хозяйства цеха, технологией приготовления смазочно-охлаждающих жидкостей, уборкой и переработкой стружки;

8) ознакомиться с системой управления качеством и организацией технического контроля качества продукции, контрольными средствами, методиками испытания;

9) изучить методику расчета количества производственных и вспомогательных рабочих и служащих;

10) ознакомиться с системой установления расценок, тарифной сеткой, должностными окладами, премиальной системой, цеховой се-

бестоимостью по основным затратам и с составом накладных расходов. Выявить и установить технико-экономические показатели цеха;

11) ознакомиться с мероприятиями по охране труда, технике безопасности и противопожарной технике;

12) ознакомиться с поточным и автоматическим производством, системой цехового планирования, расчетом запуска и выпуска продукции, расчетами размера партии, циклов и заделов, расчетами потребности режущего и мерительного инструмента, организацией рабочих мест, снабжением цеха заготовками, полуфабрикатами и инструментом.

Собранные на производстве материалы являются лишь исходными данными для проектирования. Они не должны быть перенесены в дипломный проект без соответствующей творческой переработки. Материал к дипломному проектированию бакалавры подготавливают при выполнении курсовых проектов.

Второй период – выполнение дипломного проекта производится в соответствии с заданием на основе критического анализа собранных и изученных по литературным источникам материалов. Студент должен тщательно изучить не только отечественные, но и зарубежные данные по всем вопросам, затрагиваемым в проекте. Для этого можно использовать данные, полученные из «Internet», переводную литературу, реферативные журналы «Технология машиностроения», «СТИН», «Вестник машиностроения» и другую периодическую литературу.

Разработка мероприятий по снижению трудоемкости начинается с рационального выбора заготовок (с учетом типа производства), после чего устанавливается оптимальная маршрутная технология механической обработки деталей и выбираются оборудование и технологическая оснастка.

Согласовав принципиальные вопросы технологического процесса с научным руководителем проекта, студент выполняет предварительную разработку эскизов переходов механической обработки деталей, составляет технологические карты. После одобрения руководителем

технологических карт и операционных эскизов производится окончательная доработка и вычерчивание чертежей технологических наладок. Затем разрабатывается технологический процесс сборки узла или изделия и составляется схема сборки.

По окончании разработки технологического процесса производится расчет и конструирование технологической оснастки.

Конструкции приспособлений, устройств автоматизации технологического процесса, режущего и мерительного инструмента по мере готовности согласовываются с руководителем дипломного проекта и, после корректировки, выполняются в виде чертежей.

Вслед за этим разрабатывается специальная часть дипломного проекта. Выполняются соответствующие расчеты, составляется описательная часть, схемы, графики. Затем производится расчет цеха на заданную программу, составляется компоновка цеха и планировка оборудования. После согласования с консультантом по данному разделу проекта производится окончательное вычерчивание плана цеха и разреза с указанием необходимых размеров, выполняется задание по технике безопасности и противопожарной технике.

Одновременно с выполнением каждого этапа графической части дипломного проекта составляется расчетно-пояснительная записка.

Полностью выполненный дипломный проект представляется студентом на кафедру «Технология машиностроения» руководителю проекта в электронном виде в двух файлах: один – с полной версией дипломного проекта, второй – для проверки в системе "Антиплагиат. ВУЗ" в соответствии с положением о проверке выпускных квалификационных работ обучающихся ФГБОУ ВО "САМ ГТУ" на наличие заимствований не менее чем за 20 дней до начала работы ГЭК по защите дипломного проекта, подписывается заведующим кафедрой, после чего студент получает направление на рецензию.

Дипломный проект разрабатывается студентом-дипломником самостоятельно. Консультации с научным руководителем и консультантами по отдельным разделам проекта не снимают с него ответственности за качество дипломного проекта. В течение дипломного

проектирования кафедра проводит два просмотра дипломных проектов всех студентов и предварительную защиту.

1.3. Состав и объем дипломного проекта

Дипломный проект состоит из расчетно-пояснительной записки (РПЗ) (объемом 50 - 60 с.) и графической части, состоящей из чертежей формата А1 не менее 8 листов. Состав и структурное построение РПЗ должны соответствовать ее типовому содержанию, приведенному в приложении В и приложении Г.

Расчетно-пояснительная записка дипломного проекта с развитой технологической частью состоит из следующих разделов:

Введение.

1. Задание на проектирование.

2. Технологическая часть.

3. Конструкторская часть.

4. Специальный вопрос. Описание его сущности, применение в разработанном технологическом процессе, оценка технико-экономической эффективности и др.

5. Расчет и планировка цеха. Организация производства.

6. Охрана труда и окружающей среды.

7. Экономика производства. Техничко-экономические показатели.

Заключение.

Библиографический список.

Приложения.

Графическая часть дипломного проекта должна быть выполнена четко и аккуратно с соблюдением всех требований ЕСКД. Чертежи выполняются на листах формата А1, которые по необходимости могут разделяться на меньшие форматы - А2, А3. В этом случае на каждом формате в правом нижнем углу помещается основная надпись. Графический материал дипломного проекта с развитой технологической частью распределяется примерно следующим образом (в листах):

1. Чертежи деталей и заготовок1 - 2 л.
2. Операционные эскизы операций и установок механической обработки деталей (технологические наладки).....3 - 4 л.
3. Конструкция станочного, контрольного приспособления или специального режущего инструмента (при необходимости).....1 -2 л.
4. Специальное устройство по автоматизации или механизации технологического процесса (при необходимости).....1 л.
5. Компоновочный план цеха с поперечным разрезом и планировкой оборудования.....1 л.
6. Чертеж (графики) по специальной части работы.....1 л.
7. Чертеж с технико-экономическими показателями.....1 л.
- Всего.....9 – 12 л.

Схема сборки узла вычерчивается на листе формата А3 или А2 и подшивается в расчетно-пояснительную записку.

При разработке тем, связанных с реконструкцией цехов и проектированием участков, состав и структурное построение расчетно-пояснительной записки, а также состав графического материала проекта принципиально не отличаются от приведенного выше.

Дополнительно студент может представить в ГЭК экспериментальные образцы или макеты приспособлений, сборочных единиц, устройств, механизмов, изготовленные самим студентом или по его чертежам и эскизам.

1.4. Защита дипломного проекта

Защита дипломного проекта производится на заседании государственной экзаменационной комиссии (ГЭК), назначаемой ректором университета. В состав комиссии входят ведущие преподаватели, представляющие различные специальные дисциплины. В комиссию в обязательном порядке включаются ведущие специалисты предприятий, практическая деятельность которых соответствует профилю подготовки студентов. К защите дипломного проекта допускаются сту-

денты, выполнившие все требования учебного плана и программ. Списки этих студентов, а также отзыв руководителя работы, рецензия на работу и другие материалы представляются в ГЭК деканом факультета.

Серьезное внимание перед защитой необходимо уделить подготовке доклада. Он должен быть рассчитан примерно на 10-15 минут. За это время ясно, в сжатой форме должны быть изложены основные вопросы проекта. Типовая речь студента на защите (доклада) представлена в приложении Д.

Рекомендуется следующая схема доклада:

- краткий анализ состояния вопроса и постановка цели и задач проекта;

- критическая оценка базового технологического процесса механической обработки детали, обоснование его совершенствования;

- описание предлагаемого метода обработки, конструкции станочного приспособления, режущего инструмента с режимами его использования, пояснения к схемам, чертежам и другому графическому материалу и т.п.;

- решение исследовательских задач;

- краткие пояснения к изображенной схеме планировки цеха;

- обоснование экономической эффективности принятых решений;

- формулирование общих выводов по проекту и технологических рекомендаций.

В докладе необходимо отразить творческий вклад студента - дипломника во все проектные решения.

После проведения всех защит, намеченных на данный день работы, комиссия проводит закрытое заседание для обсуждения результатов защиты и утверждения окончательных оценок защиты. В качестве оценок принимается среднее арифметическое значение из всех оценок как членов комиссии, так и оценок, данных кафедрой, руководителем и рецензентом. Все округления средней арифметической оценки до целого числа производятся в пользу студента.

2. ДИПЛОМНЫЕ ПРОЕКТЫ С РАЗВИТОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТЬЮ

2.1. Раздел проекта «Введение»

Во введении к дипломному проекту необходимо дать критический обзор современного состояния вопроса, обосновать важность и актуальность темы проекта, цели и задачи проектирования, отметить все мероприятия, разработанные в дипломном проекте для дальнейшего повышения технического уровня производства, в том числе по экономному использованию основных материалов, применению производительного оборудования, разработке прогрессивных технологических процессов, поточности производства и организации труда.

Если объект проектирования взят с действующего производства, то во введении необходимо кратко указать на недостатки, имеющиеся в производстве данного объекта на конкретном предприятии, указать те узловые задачи, которые решаются при проектировании с целью устранения отмеченных недостатков.

Если объектом проектирования являются машина или изделие с перспективного проектирования, то во введении необходимо кратко отметить, какие вопросы при проектировании технологических процессов или технологической оснастки являются наиболее интересными и важными. Следует дать краткую характеристику данной отрасли машиностроения. Необходимо указать, в какой мере опыт и достижения отечественных и зарубежных предприятий могут быть использованы при выполнении проекта.

Если предусмотрено теоретическое или экспериментальное исследование или оригинальная конструкторская разработка, следует указать цель этих работ и их связь с выполнением основной задачи проектирования.

Объем введения не должен, как правило, превышать двух - трех страниц.

2.2. Технологическая часть

Перед разработкой технологической части проекта следует описать назначение и техническую характеристику изделия, выполнить анализ условий работы детали и ее конструктивных особенностей, обосновать требования чертежа к качеству поверхностного слоя и термообработки, исходя из условий обеспечения надежности и долговечности деталей. При этом указываются основные и вспомогательные конструкторские базы, исполнительные поверхности, анализируются допуски на размеры, форму и взаимное расположение поверхностей детали, указывается, почему к этим поверхностям предъявляются такие требования, описывается вид термической обработки детали и цели ее проведения, даются таблицы химического состава и механических свойств материала детали.

Далее следует установить тип производства с учетом годовой программы выпуска изделий, веса, габаритов деталей. Методика определения типа производства дана в источниках [43], [44] и ГОСТ 3.1121 - 84.

В зависимости от программы выпуска, типа производства и метода его организации определяются принципиальные направления проектирования технологических процессов сборки машин и изготовления деталей. Этапы разработки технологических процессов установлены рекомендациями Р 50-54-93-88.

Анализ технологичности конструкций. Отработка конструкции на технологичность является непрерывным процессом, который начинается во время проектирования изделия на всех стадиях проектирования технологического процесса, изготовления изделия и заканчивается во время изготовления опытных образцов.

Анализ технологичности проводится, как правило, в два этапа: качественный и количественный. Анализируя технологичность конструкции (изделия, сборочной единицы или детали) на технологичность при качественной оценке следует руководствоваться следующими соображениями:

1. Технологичность конструкции в значительной степени зависит от масштаба выпуска и типа производства. Масштаб выпуска и серийность во многом определяют целесообразность применения тех или иных рациональных технологических методов изготовления изделий.

2. Конструкция изделия, высокотехнологичная для одного масштаба выпуска и серийности, может оказаться не технологичной для другого масштаба выпуска. Опыт показал, что в случае перехода от меньшего масштаба выпуска к большему, конструкция подвергается значительным изменениям, а подчас - и коренной переработке. Степень использования прогрессивных технологических методов для единичного производства будет значительно меньше, чем для серийного и крупносерийного с большим масштабом выпуска.

3. Технологичность конструкции должна рассматриваться относительно всего изделия в целом. Улучшение технологичности отдельно взятых деталей или сборочных единиц без взаимосвязи с требованиями технологичности всего изделия может вызвать необходимость проведения изменений, которые ухудшают всю конструкцию.

4. Технологичность конструкции необходимо рассматривать как комплексное решение задачи, учитывающее требования ко всем составным частям производственного процесса изготовления, начиная от образования заготовки и обработки деталей и кончая сборкой и испытанием готового изделия.

Исходя из понятия “технологичность конструкции изделий” (ГОСТ 14. 205 – 83) и основных соображений по части достижения технологичности конструкции, изложенных выше, следует, что студент-дипломник, будучи на производственной практике, должен решить значительную часть вопросов, связанных с технологичностью конструкции. Только на предприятии, в тесном контакте с ведущим конструктором, можно квалифицированно решить вопросы технологичности конструкции. В то же время на практике студент должен разработать новый технологический процесс обработки детали с целью решения других вопросов по достижению технологичности кон-

струкции, которые могут выявиться во время отработки технологического процесса. И только небольшая часть нерешенных вопросов по технологичности конструкции остается после практики. Это вопросы, которые возникают в процессе дальнейшей и более глубокой проработки технологического процесса и должны быть решены с руководителем проекта во время дипломного проектирования.

При проведении анализа технологичности конструкции обращается внимание студентов на следующее.

1. По технологичности деталей в связи со сборкой:

а) количество деталей в изделии должно быть наименьшим.

Это достигается выбором простой и рациональной схемы сборочной единицы, объединением нескольких деталей в одну (сварной узел, состоящий из нескольких деталей, может быть заменен литой конструкцией).

б) сборка сборочных единиц изделия должна производиться независимо и параллельно. На общую сборку сборочные единицы должны поступать полностью собранными и проверенными для уменьшения объема работ по общей сборке. Сборочные единицы должны быть проверены в условиях, близких к условиям их работы в изделии. Конструкция узлов должна быть такой, чтобы при их регулировке и установке на изделии не требовалась даже частичная разборка.

в) сборка должна быть удобной, места сборки должны быть доступными. На деталях следует предусматривать заходные фаски, заходные части (при посадках с натягом), средства для предотвращения проворачивания болта при затяжке и т.д.

г) при сборке не допускается механическая обработка или она должна быть минимальной.

д) при сборке должен обеспечиваться наиболее высокий уровень взаимозаменяемости деталей и сборочных единиц.

е) конструкция изделия должна обеспечивать возможность автоматизации и максимальной механизации процесса сборки.

2. По технологичности механически обрабатываемых деталей.

Поскольку технологичность конструкций механически обрабатываемых деталей обуславливается рациональным выбором заготовки, технологичностью формы детали, рациональной простановкой размеров и шероховатости поверхности, необходимо провести анализ технологичности конструкции по указанным направлениям.

Технологичность заготовки характеризуется возможностью ее получения наиболее рациональным для данных производственных условий способом с максимально возможным приближением ее формы и размеров к форме и размерам обработанной детали при условии обеспечения технологичности дальнейшей механической обработки заготовок. Окончательное решение о рациональности способа получения заготовки, как правило, можно принять лишь после расчета ее себестоимости по сравниваемым вариантам.

При анализе конструкции по геометрической форме поверхности необходимо убедиться в рациональности выбора их форм и качества с учетом возможности применения для обработки высокопроизводительного оборудования и инструмента. Обрабатываемые поверхности по возможности должны быть простыми, т.е. представлять собой плоские, цилиндрические, конические или винтовые поверхности, так как точность и стабильность в значительной степени определяются простотой конструктивных форм детали.

Оценка технологичности конструкции по простановке размеров на чертеже детали связаны с анализом их нанесения. Необходимо проанализировать размерные связи между конструкторскими, технологическими и измерительными базами и возможность их совмещения.

Особое внимание необходимо обратить на обоснованность значений допустимых предельных отклонений размеров детали. Следует помнить, что необоснованное завышение точности размеров и снижение шероховатости поверхностей ведут к увеличению трудоемкости и повышению стоимости обработки деталей.

3. По технологичности деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ:

а) детали типа валов должны иметь достаточную жесткость, чтобы в процессе обработки не возникали упругие деформации, выходящие за пределы допустимых. Вал считается жестким, если $L = 4 D$, где L – общая длина вала; D – средний диаметр вала (рис. 2.1).

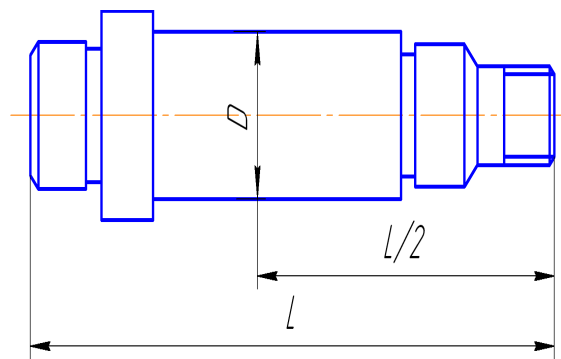


Рис. 2.1. Простановка размеров на чертежах деталей вращения

б) при обработке на станках с ЧПУ желательно, чтобы цепочка линейных размеров была проставлена с одной стороны вала (шла бы от одного торца вала).

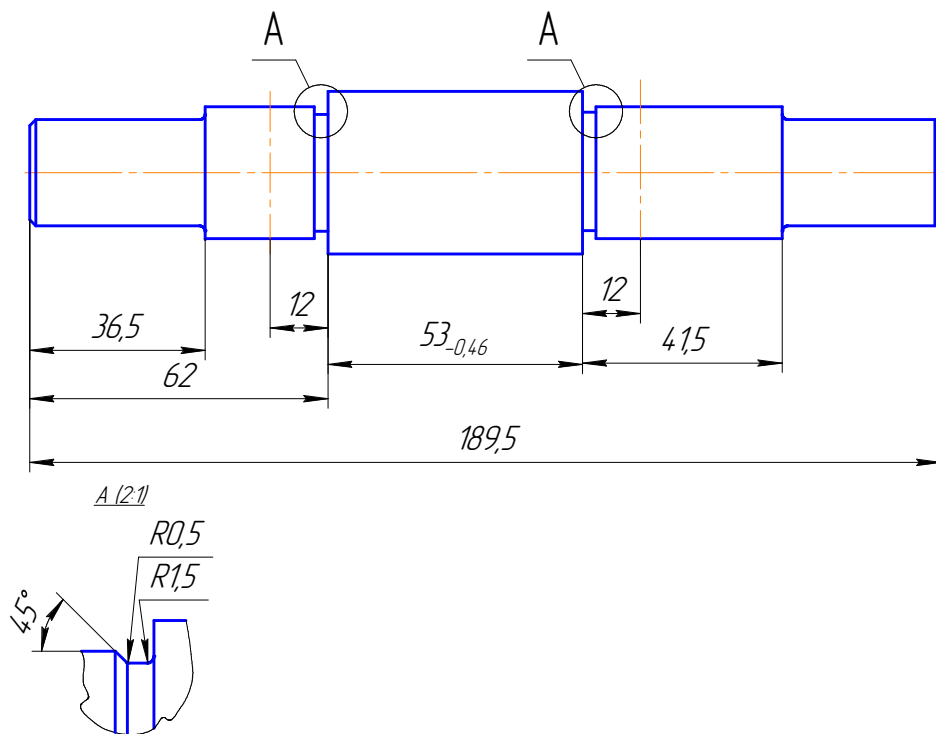


Рис. 2.2. Схема задания размеров, обеспечивающая технологичность конструкции вала

в) радиусы сопряжений желательно иметь одинаковые, что значительно упрощает процесс механической обработки валов.

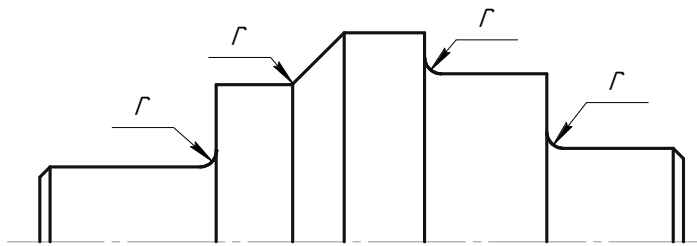


Рис. 2.3. Требования к конструкции деталей типа тел вращения

г) не следует допускать наличия в валах отверстий большой длины малого диаметра $d < 5$ мм (рис. 2.4).

д) желательно, чтобы номенклатура отверстий малого диаметра и большой длины была бы минимальной, так как это сокращает номенклатуру специальных (удлиненных) сверл.

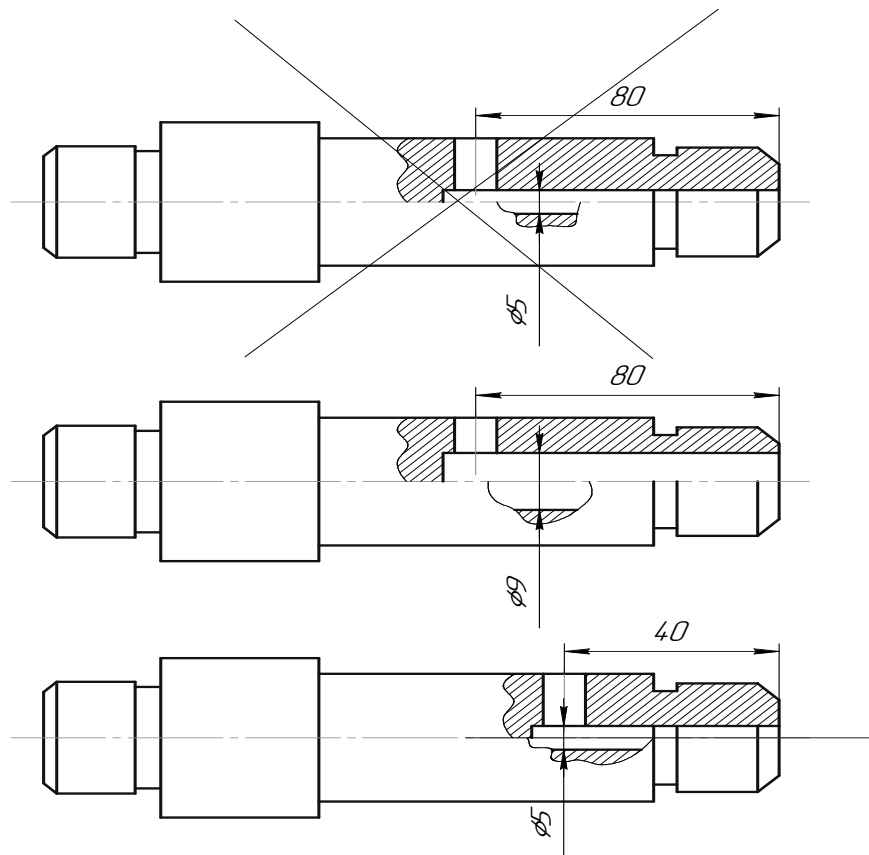


Рис. 2.4. Задание размеров, обеспечивающее технологичность конструкции вала

ж) шероховатость обрабатываемых конических и радиусных поверхностей необходимо назначить, исходя из конкретных условий, не

забывая при этом, что на оборудовании с ЧПУ получить на этих поверхностях шероховатость Ra 5 мкм и ниже весьма затруднительно.

4. По технологичности конструкции корпусных деталей.

Требования к технологичности конструкции корпусных деталей должны быть рассмотрены с позиции создания благоприятных условий обработки плоскостей и отверстий, а также возможности удобного базирования и крепления на многооперационных станках.

а) по числу сторон обработки:

Наиболее технологичной следует считать конструкцию, у которой все обрабатываемые поверхности расположены с одной стороны детали. Обработка такой детали осуществляется при ее установке на столе без наличия поворотного стола (рис. 2.5).

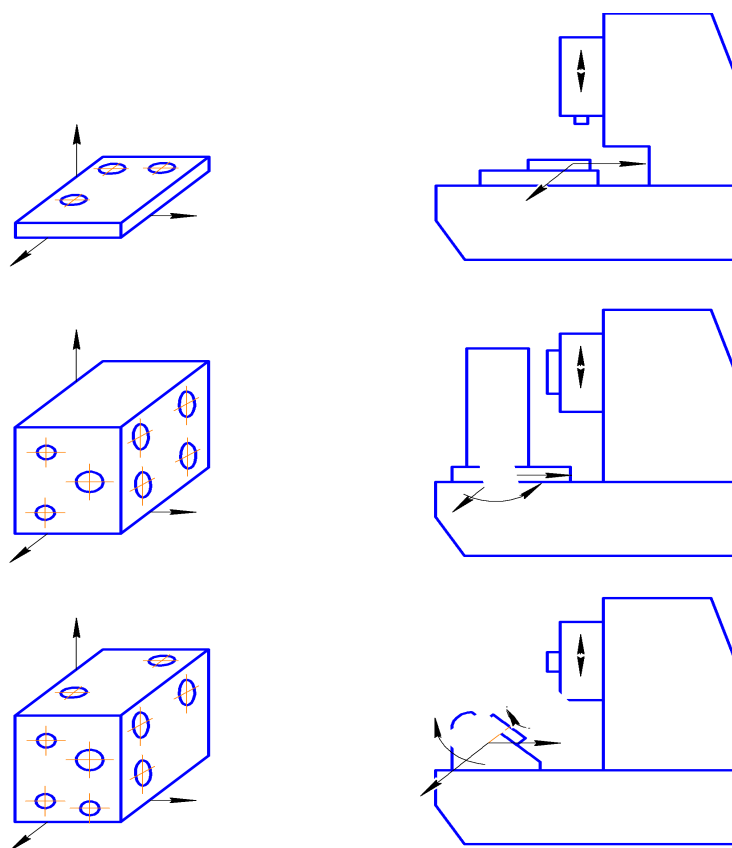


Рис. 2.5. Схемы к технологичности конструкции деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ

Обрабатываемые поверхности должны быть расположены в сторонах, которые могут быть последовательно обращены к шпинделю станка при повороте детали вокруг одной ее оси. Целесообразным

числом сторон обработки у корпусных деталей такого типа следует считать четыре (детали могут быть обработаны с четырех сторон последовательно при их одной установке на поворотном столе). Большое число сторон обработки обычно требует поворота корпусной детали вокруг двух ее осей. Это вызывает необходимость оснащения станка глобусными или наклонными столами, что затрудняет крепление детали, понижает жесткость его, усложняет исполнение программы и цикл работы станка (см. рис.2.5).

Геометрическая форма корпусной детали должна соответствовать правильной геометрической фигуре – многогранной призме, для того, чтобы все обрабатываемые поверхности располагались в сторонах, обработка которых была бы возможна при повороте детали максимум вокруг двух осей. Наличие наклонных плоскостей, требующих при их обработке поворота детали вокруг дополнительных осей, вызывает необходимость усложнения конструкции станка и введения в технологический процесс обработки деталей дополнительных сложных движений, дополнительных затрат вспомогательного времени и усложнения программы (см. рис. 2.5).

б) по устойчивости и удобству крепления:

Конструктивная форма детали должна предусматривать возможность ее полной механической обработки при одной установке (в одной операции), от одной технологической базы. В этом случае базовыми поверхностями должны быть черные, необрабатываемые поверхности, обеспечивающие надежную установку детали.

Опорные поверхности детали должны иметь достаточную протяженность, обеспечивающую устойчивость детали. Опорная поверхность, на которую деталь устанавливается на поверхности поворотного стола, как правило, располагается в плоскости, перпендикулярной к сторонам обработки, поэтому ее размеры должны превышать размеры обрабатываемой поверхности, чтобы возникающий при резании опрокидывающий момент не отрывал деталь от опорной поверхности стола (рис. 2.6).

Конструкцией детали должны быть предусмотрены приливы или поверхности, облегчающие ее крепление к столу. Крепление детали и крепежные средства не должны мешать ее обработке, подводу и выводу инструментов. Обрабатываемые поверхности не должны перекрываться крепежными устройствами. Уменьшение объема обработки, т.е. невозможность обработки некоторых поверхностей из-за неудобства крепления детали, недопустимо.

Конструкция детали должна обеспечивать ее высокую прочность и жесткость, чтобы силы ее закрепления при обработке и возникающие силы резания не вызывали деформаций, нарушающих точность обработки (см. рис. 2.6).

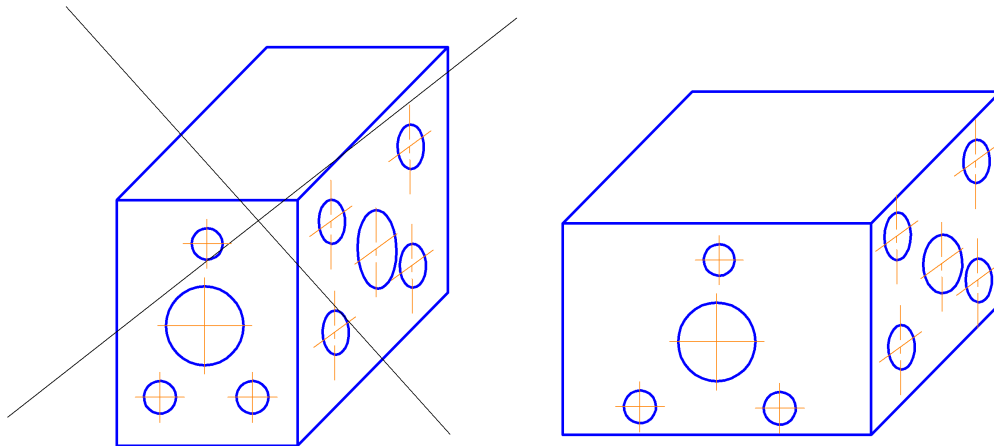


Рис. 2.6. Конструкция детали, обеспечивающая устойчивость, высокую прочность и жесткость

в) по удобству работы на станке.

Поверхности детали должны обрабатываться без их спаривания с другими деталями, так как совместной обработке предшествуют операции сборки, как правило, невыполнимые на многооперационных станках (рис. 2.7).

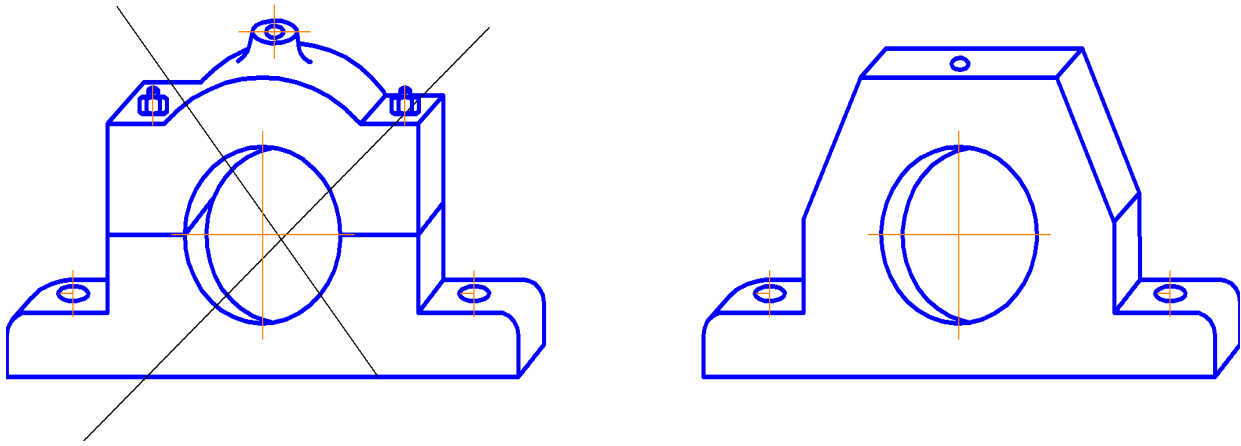


Рис. 2.7. Конструкция технологичной детали

г) по удобству обработки плоскостей.

При обработке деталей на обычных продольно - и карусельно-фрезерных станках всегда предъявляется требование обеспечения возможности обработки плоскостей и торцовых поверхностей на проход, т.е. они должны быть открыты и доступны проходу инструмента, лежать в одних плоскостях и не иметь выступов или приливов, мешающих сквозной обработке. На многооперационных станках вследствие наличия одной фрезы и относительного перемещения фрезы и детали в трех направлениях указанное требование не столь существенно, т.к. возможна независимая обработка каждой плоскости, выступа и уступа, расположенных на одной стороне детали. Однако при возможности их обработки за один сквозной проход уменьшается время обработки, уменьшается число кадров программы, т.е. упрощается программирование обработки, уменьшается число циклов движения стола и салазок.

При наличии внутренних, не сквозных плоскостей или сочетания нескольких поверхностей, образующих сложный контур, расположенных на одной стороне детали, их обработка должна быть выполнена при перемещении исполнительных элементов станка не более чем по трем координатным осям (рис. 2.8).

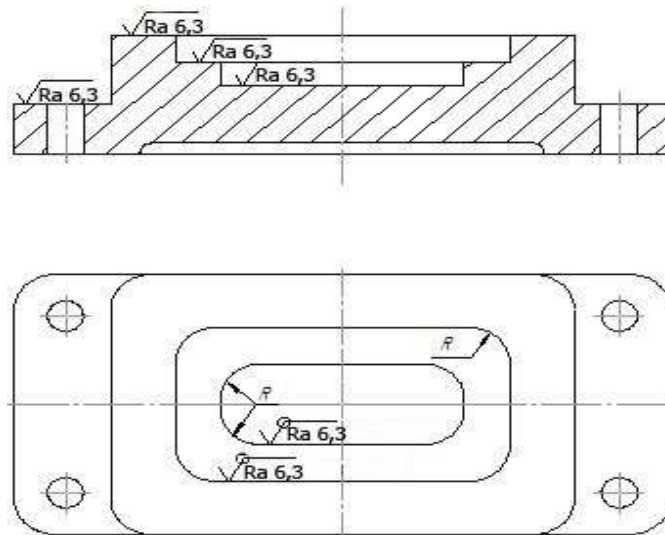


Рис. 2.8 Конструкция технологичной детали по удобству работы на станке

Форма обрабатываемой плоскости должна разрешать сквозной проход инструмента в одном направлении или обработку вдоль контура.

д) по удобству обработки основных отверстий.

Конструкция должна предусматривать наличие основных, точно обрабатываемых отверстий только во внешних стенках детали (рис. 2.9).

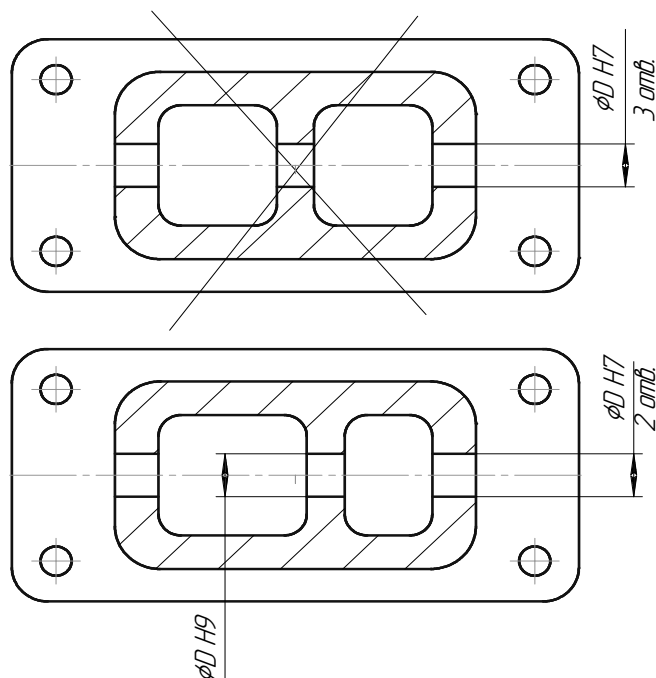


Рис. 2.9. Конструкция технологичной детали по удобству обработки точных отверстий

Наличие точных отверстий, расположенных в промежуточных стенках детали, нежелательно. Как указывалось ранее, обработка отверстий на многооперационных станках производится без поддержки и направления инструмента кондукторными втулками. Для повышения точности растачивание отверстий производят короткими жесткими консольными инструментами. Необходимость растачивания отверстий, расположенных во внутренних и промежуточных стенках детали, ведёт к удлинению расточных борштанг, уменьшению их жесткости, а, следовательно, к понижению точности и производительности растачивания (рис. 2.9).

По тем же соображениям промежуточные стенки и перегородки, в которых имеются точные отверстия, должны расположены возможно ближе к внешним стенкам детали. Это уменьшает вылет инструментов. При необходимости обработки отверстий, расположенных в промежуточных стенках детали, с противоположных сторон, одним и тем же инструментом большой вылет его борштанги затрудняет осуществление поворота стола с деталью, даже если он отведён в самое крайнее положение, так как угол детали, наиболее удаленный от оси поворота, задевает за инструмент. Это заставляет дополнительно вынимать из шпинделя инструмент, отводить его, поворачивать деталь и вновь устанавливать инструмент в шпиндель.

Указанная бесполезная работа инструментального автооператора нежелательна, так как снижает производительность операции.

Основные, точно растачиваемые отверстия, расположенные в одной стенке, должны быть гладкими для возможности их обработки на проход.

Наличие ступенчатых отверстий, кольцевых канавок, выточек, торцевых выемок резко повышает трудоёмкость обработки и увеличивает требуемое число гнёзд в инструментальном магазине станка. Необходимость обработки указанных поверхностей вынуждает создавать специальные конструкции инструмента, поперечное перемещение режущего лезвия которого должно также осуществляться по

команде программноносителя, то есть необходимо применять плансуппортные головки (рис. 2.10).

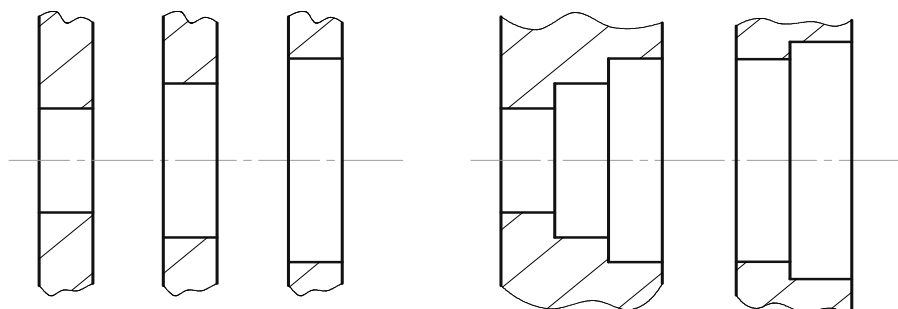


Рис. 2.10. О выборе конструкции основных отверстий корпусной детали

При наличии ступенчатых отверстий их возрастающие диаметры должны быть направлены к внешним поверхностям детали. Противоположное направление ступеней отверстий недопустимо, так как их обработка может оказаться невозможной (рис. 2.11).

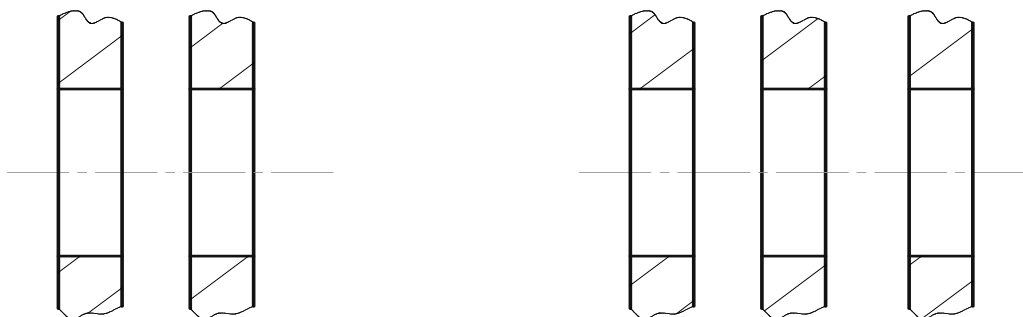


Рис. 2.11. К вопросу о расположении и размерах диаметров отверстий в противоположных и промежуточных стенках корпусной детали

Точно растачиваемые основные отверстия, расположенные на одной оси в противоположных и промежуточных стенках детали, должны быть выполнены одного диаметра с целью уменьшения количества инструментов, снижения трудоёмкости наладки станка и использования повторных циклов (см. рис. 2.11).

Диаметры отверстий в промежуточных стенках детали не должны быть больше диаметров соосных отверстий, расположенных во внешних её стенках, так как растачивание таких отверстий на проход

невозможно и вынуждает пользоваться плансуппортными головками (рис. 2.12).

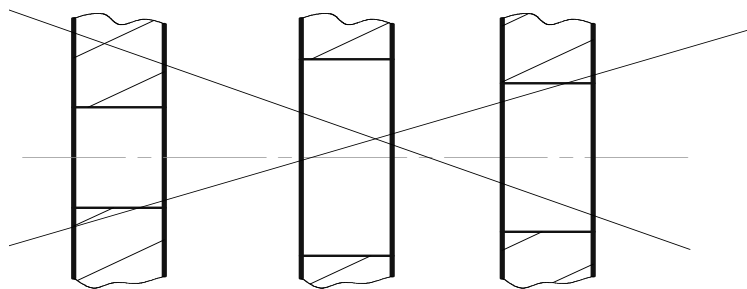


Рис. 2.12. К вопросу о диаметрах растачиваемых отверстий корпусных деталей

Конструкция корпусной детали не должна иметь внутренних выступов, различных окон, разрезов, прерывающих отверстие и мешающих растачиванию на проход (рис.2.13).

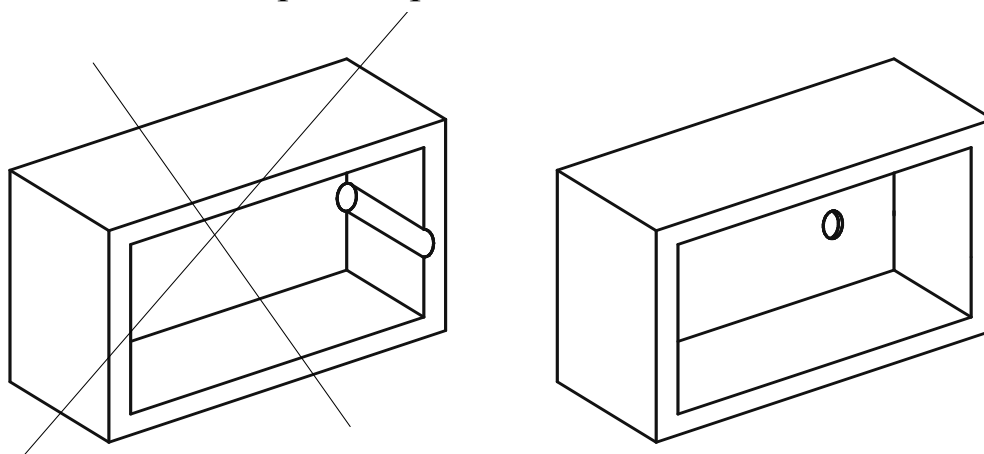


Рис. 2.13. Схема технологичной детали по удобству обработки отверстий

Длина растачиваемых с одной стороны отверстий не должна превышать допустимую для консольной обработки на данном многооперационном станке. Максимальная длина может быть не больше пяти – шести диаметров оправки, несущей расточной резец.

е) По удобству обработки крепёжных отверстий.

Крепёжные отверстия должны быть максимально нормализованы, стандартной формы, а их номенклатура - минимальна. Необходимо избегать многообразия размеров и форм отверстий, резьб и цеко-

вок. Отверстия должны быть однообразны и одинаковы во всех стенках детали и должны образовывать минимальное число групп, так чтобы в каждой группе их было возможно большее количество (в одну группу входят одинаковые отверстия).

Торцовые поверхности отверстий в заготовках должны быть перпендикулярны осям для возможности их обработки торцовой фрезой или цековкой. При сверлении отверстий, торцовые поверхности которых не перпендикулярны оси, возникает увод инструмента, перекося оси и нарушаются межосевые расстояния (рис. 2.14).

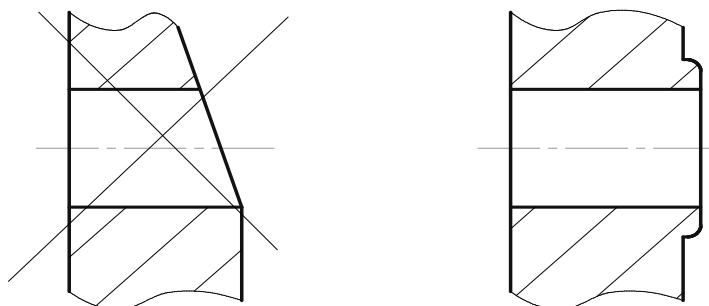


Рис. 2.14. К вопросу технологичности детали по удобству обработки крепежных отверстий

22) Необходимость обработки внутренних торцовых поверхностей, бобышек, проход инструмента к которым невозможен ни с одной стороны детали, вынуждает проводить доработку деталей при вводе инструмента изнутри. Эти работы плохо программируются и их приходится выполнять при ручном управлении, что весьма нежелательно (рис. 2.15).

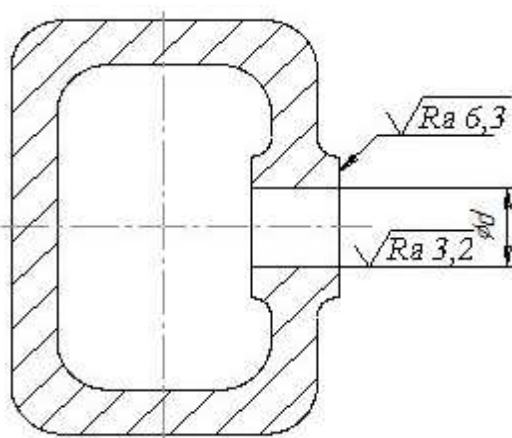


Рис. 2.15. К вопросу об обработке внутренних торцовых поверхностей

ж) прочие требования:

При конструировании детали лучше использовать однотипные геометрические элементы (контуры, содержащие участки прямых и окружностей; однотипные отверстия в различных сочетаниях).

Симметричные детали не должны отличаться друг от друга по размерам, что значительно облегчает программирование.

На корпусных деталях не желательно наличие центрирующих буртов или выступов, так как обработка таких буртов и выступов на многопозиционных станках практически невозможна (рис. 2.16).

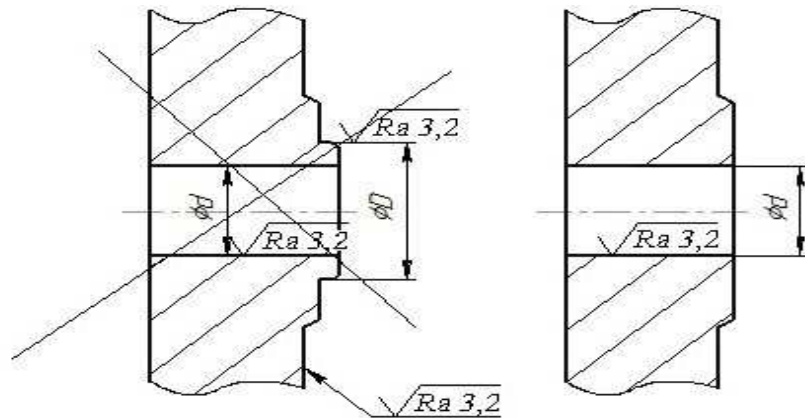


Рис. 2.16. Конструкция технологичной детали без центрирующих буртов или выступов

Сопряжения стенок внутренних контуров деталей должно производиться дугой с одинаковыми для данного контура радиусами и соотношением R/H , обеспечивающим обработку фрезами по ГОСТу, где H – наибольшая высота стенок обрабатываемого контура (рис. 2.17).

Следует избегать применения обратных подрезок, выточек, канавок, ступенчатых отверстий, диаметр которых возрастает по мере удаления от наружных поверхностей в глубь детали.

Технологичность деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ, должна оцениваться с точки зрения собственно обработки и с точки зрения задач программирования - подготовка программы для обработки не должна быть сложной в расчетах или создавать какие-либо трудности. С учетом сказанного, технологичными деталями следует считать детали с такими формами и размерами, которые отвечают

условиям выполнения обработки в непрерывном автоматическом процессе и не связаны с ручными приемами управления обработкой.

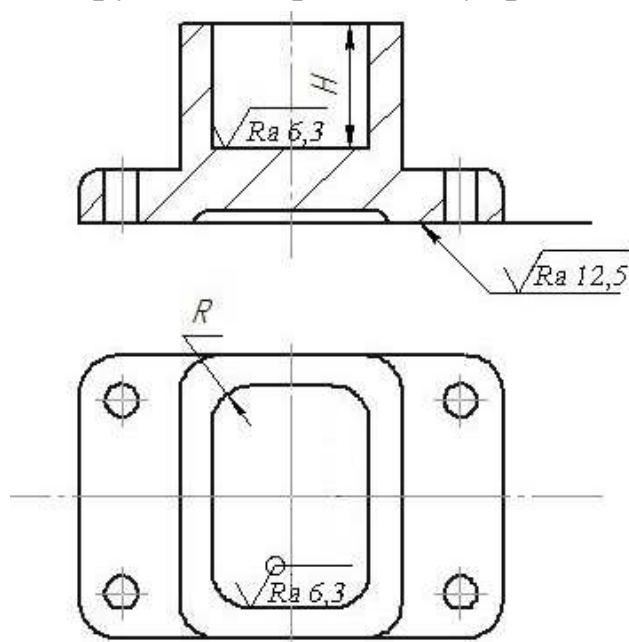


Рис. 2.17. О сопряжениях стенок внутренних контуров деталей

Наиболее предпочтительными являются детали, обрабатываемые поверхности которых образуются кривыми линиями, представляющими сочетание прямых с дугами окружностей.

5. По технологичности деталей, обрабатываемых в гибких производственных системах (ГПС).

Конструкция деталей, обрабатываемых в ГПС, должна отвечать следующим требованиям:

а) необходимо предусматривать возможность выполнения как можно большего числа обработок за одну установку;

б) черновые базы, используемые на первых операциях, должны быть, по возможности, гладкими и удобными для базирования и закрепления;

в) в деталях, не имеющих конструктивных отверстий и элементов наружного и внутреннего контура, необходимо предусматривать два максимально разнесенных по габариту технологических отвер-

ствия в зонах свободного доступа и жестко увязывать их координаты с конструктивными размерами детали;

г) детали не должны иметь поверхностей, не перпендикулярных к осям отверстий;

д) необходимо избегать разнообразия размеров отверстий, резьб (менее М10) и допусков, расточки канавок в отверстиях;

е) необходима максимальная унификация отдельных элементов обрабатываемых поверхностей;

ж) радиусы фрезерования необходимо по возможности задавать больших размеров.

Это позволит при обработке увеличить стойкость и надежность работы инструмента.

Количественная оценка технологичности детали выполняется согласно ГОСТ 14.201 – 83.

Проработка конструкции детали на технологичность завершается разработкой и выполнением рабочего чертежа детали в измененном варианте. При этом по данным анализа может быть изменена конструкция детали, заменен материал, изменены требования к точности и шероховатости обработанных поверхностей.

Выбор заготовки и его экономическое обоснование. Выбор заготовки и способа ее получения является одной из ответственных задач разработки технологического процесса изготовления детали. Правильный выбор заготовки, установление ее формы, размеров, припусков на обработку, точности размеров ведет к экономии металла, обеспечивает возможность применения наиболее рационального технологического процесса механической обработки детали; снижает потребность в металлорежущих станках, способствует сокращению производственных площадей, занятых оборудованием, уменьшает расход режущего инструмента; снижает трудоемкость, механической обработки и ведёт к снижению себестоимости изготовления детали. Поэтому при выборе методов и способов получения заготовок следует всегда стремиться к максимальному приближению заготовки по форме, размерам и качеству поверхности к готовой детали. На выбор

способа получения заготовки оказывает влияние материал детали, ее назначение и технические требования на ее изготовление, форма поверхностей и размеры детали, тип производства. При выборе метода получения заготовок необходимо в первую очередь ориентироваться на материал и требования к нему с точки зрения обеспечения служебных свойств изделия. Наиболее ответственные детали, к которым предъявляются высокие требования по размеру зерна, направлению волокон, а также по уровню механических свойств, всегда следует изготавливать из заготовки, полученной обработкой давлением.

Тип производства оказывает влияние на выбор способа получения заготовки. Очевидно, при единичном или мелкосерийном производстве заготовка может быть получена свободной ковкой, штамповкой в подкладных штампах или литьем в песчано-глинистые формы, возможно также получение заготовки из круглого или листового проката.

Применение других способов получения заготовок в этом случае оказывается экономически нецелесообразным.

При крупносерийном и массовом производстве, особенно если механическая обработка ведется на настроенном оборудовании (автоматы, полуавтоматы, агрегатные станки и т. п.), большую роль играет точность размеров заготовки, так как стабильность припусков на механическую обработку позволяет обеспечивать высокую стойкость инструментов и сокращать простои оборудования.

В серийном, крупносерийном и массовом производстве особое внимание следует уделить прогрессивным методам и способам получения заготовки, обеспечивающим максимальное приближение форм и размеров заготовки к формам, размерам и качеству поверхности готовой детали. Следует отдавать предпочтение таким прогрессивным методам получения заготовок, как литье в оболочковые формы, литье по выплавляемым моделям, литье в кокиль, литье под давлением, многоручьевая штамповка, штамповка в закрытых безоблойных штампах, штамповка истечением (выдавливанием), периодическая

прокатка, штамповка на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ), комбинированная штамповка и т.п.

При выполнении дипломного проекта делается краткий анализ способа и метода получения заготовки на базовом предприятии. При этом следует отразить и положительные и отрицательные стороны, а также качество заготовки, возможные причины появления брака и возможности его устранения. Вопрос о выборе оптимального варианта в каждом конкретном случае решается как комплексная задача на основе технико-экономических расчетов, необходимо также учитывать как стоимость получения заготовки, так и возможную экономию на стоимости механической обработки. На основании данных выполненного анализа, изучения передовых методов получения аналогичных заготовок на других предприятиях, а также данных, приведенных в литературных источниках, предложить оптимальный для рассматриваемых условий производства метод получения заготовок. Сопоставление различных вариантов получения заготовки может быть произведено сравнением себестоимости каждого из них.

Особое внимание необходимо уделить методам получения заготовки при обработке на автоматическом оборудовании.

Экономическое обоснование при выборе заготовок можно производить по методике, приведенной в работе [44], или пользоваться данными, приведенными в источниках [2], [8]. Справочные сведения по заготовкам можно получить также из источников [3], [43], [53], [55] и [57].

Анализ технологических процессов механической обработки, применяемых на базовом предприятии. Изучение базового технологического процесса и его анализ производятся во время прохождения производственной практики на предприятии. Особое внимание при этом должно быть обращено на качество выпускаемых изделий. В частности, необходимо установить причины брака по операциям и соответствие изготавливаемых деталей требованиям чертежа и технических условий. Тщательный анализ действующего технологического процесса, выявление недостатков и преимуществ, присущих ему,

позволят студенту - дипломнику спроектировать новый технологический процесс, свободный от недостатков действующего технологического процесса, воспользовавшись в тоже время его преимуществами и достоинствами.

В процессе изучения действующий технологический процесс сравнивается с технологическими процессами обработки данной (аналогичной) детали, описанными в литературных источниках, разработанными проектными институтами и т.д.

В процессе анализа действующего технологического процесса изучается метод получения заготовки, ее точность и степень соответствия размеров и формы заготовки размерам и формам обрабатываемой детали, установленному типу производства. Анализируется влияние метода получения заготовки и ее точности на изменение последовательности или сокращение числа операций или переходов механической обработки детали. Изучению подлежит также термическая обработка, которой подвергается заготовка (отжиг, нормализация и т.д.).

При анализе действующего технологического процесса механической обработки детали изучается последовательность операций технологического процесса, рассматриваются способы и методы, применяемые в действующем технологическом процессе для обеспечения заданной точности размеров детали. Необходимо установить степень соответствия действующего технологического процесса программе выпуска деталей, дать характеристику применяемого металлорежущего оборудования, оценить его технологические возможности по обработке деталей заданной формы и размеров и обеспечению требуемой точности обрабатываемых поверхностей и заданной производительности. Производительность обработки и степень загрузки оборудования оценивается по трудоемкости, количеству станков, занятых на каждой операции и коэффициенту их загрузки, Использование нескольких станков на одной операции свидетельствует об их недостаточной производительности.

Изучаемый технологический процесс необходимо характеризовать с точки зрения дифференциации и концентрации операций. О

степени концентрации или дифференциации обработки детали можно судить по количеству рабочих позиций на станке, числу деталей, обрабатываемых на каждой позиции параллельно, последовательно или параллельно-последовательно, по количеству режущих инструментов, установленных на станке, применению комбинированных, профильных и других сложных режущих инструментов, количеству множительных головок, производящих обработку детали одновременно с нескольких сторон. При анализе этих данных следует рассмотреть возможность повышения концентрации операций с целью увеличения производительности, а также целесообразность выделения обработки некоторых поверхностей для увеличения их точности или других показателей качества, обращая внимание на уровень механизации и автоматизации технологического процесса. Анализ автоматизации включает качественную и количественную оценку ее состояния. Качественная оценка производится по видам, ступеням и категориям. Количественная оценка состояния автоматизации может производиться с помощью основных, вспомогательных и дополнительных показателей, при этом необходимо составить информационную модель автоматизации технологического процесса.

Далее рассматривается применяемая в технологическом процессе технологическая оснастка:

- приспособления, степень их специализации, уровень механизации и автоматизации;
- режущий инструмент, его типаж, процент использования стандартных и специальных инструментов, степень сложности конструкции инструмента, материал режущей части инструмента (особо охарактеризовать применение высокопроизводительного режущего инструмента, оснащенного твердым сплавом, СТМ, минералокерамикой, металлокерамикой новых марок и т.д.). Стойкость инструмента следует оценивать по производственным данным с последующим сравнением их с табличными значениями. Необходимо оценить также эффективность применяемых методов настройки инструментов на размер (по пробным проходам, по эталону, вне станка);

– вспомогательный инструмент необходимо характеризовать с точки зрения совершенства его конструкции, быстроты и надежности смены и закрепления режущего инструмента, точности и быстроты замены и настройки режущего инструмента;

– контрольно-измерительный инструмент характеризуется в первую очередь степенью использования специальных и универсальных калибров и приспособлений, а также уровня автоматизации контрольных операций. При анализе необходимо иметь в виду, что инструменты, в которых предусмотрен отсчет размеров по шкале или нониусу, не приемлемы для автоматизированного производства.

В дальнейшем дается анализ действующего технологического процесса с точки зрения выбора черновых баз, их влияния на определение последовательности обработки, рассматриваются принятые схемы базирования. Припуски на обработку в действующем технологическом процессе необходимо проанализировать с точки зрения соответствия их нормативам и стандартам. Рекомендуется выборочная проверка принятых в базовом технологическом процессе припусков расчетом. Если на лицо завышение припусков на обработку, то необходимо выяснить причину и т.д.

Аналогичным образом анализируются межоперационные размеры и допуски, а также режимы резания. Далее анализируются затраты основного и вспомогательного времени на обработку.

В заключение действующий технологический процесс необходимо охарактеризовать с точки зрения использования типовых и групповых процессов, дать предложения по его усовершенствованию.

Результаты работы по анализу базового технологического процесса оформляются с необходимыми расчетами в расчетно-пояснительной записке. Для выполнения этого раздела дипломного проекта в записке приводится базовый технологический процесс с кратким содержанием операций.

Выбор маршрутов и методов обработки поверхностей деталей. Выбор метода обработки зависит от конфигурации детали, ее га-

баритов, точности и количества обрабатываемых поверхностей, вида принятой заготовки.

Окончательное формообразование, размеры и качество обработанных поверхностей в машиностроении достигаются преимущественно обработкой резанием.

Решение задачи выбора метода и конкретного вида обработки можно выполнить по таблицам экономической точности обработки, в которых содержатся сведения о технологических возможностях различных видов обработки резанием. С помощью этих таблиц можно выбрать метод окончательной обработки поверхности и наметить виды промежуточной.

При выборе маршрута обработки составляется общий план, последовательность обработки, формулируется содержание операций и производится выбор оборудования. Результаты этой работы оформляются в виде маршрутных карт.

При выборе маршрута обработки необходимо учитывать:

1. Каждая последующая операция должна уменьшать погрешность и улучшать качество поверхности.

2. В первую очередь следует обрабатывать поверхности или их сочетания, относительно которых большинство других должны занять положение, требуемое служебным назначением, которые будут служить технологическими базами при выполнении последующих операций.

3. В начале маршрута должны обрабатываться также поверхности, с которых снимается максимальный слой металла. Это позволяет своевременно обнаружить возможные внутренние дефекты заготовок (принцип выделения решающих операций).

4. Обработка остальных поверхностей ведется в последовательности, обратной качеству их точности: чем точнее должна быть поверхность, тем позже она обрабатывается. Заканчивается обработка той поверхностью, которая является наиболее точной и имеет решающее значение для эксплуатации детали. Если эта поверхность, по

каким-либо причинам, была обработана ранее, то может возникнуть необходимость в ее повторной обработке.

5. Технологический процесс должен быть построен таким образом, чтобы все операции производились от одних технологических баз (координатный метод достижения точности). Такой принцип построения технологического процесса не всегда соответствует простановке размеров на чертеже детали. В этом случае студент должен, анализируя конструкцию детали, доказать возможность изменения системы простановки размеров на чертеже, либо по всем правилам произвести расчет вновь вводимых технологических размеров и допусков.

6. Если деталь подвергается термической обработке, то весь техпроцесс обработки разделяют на две части: до термической и после нее. Это вызвано возможными деформациями заготовки в процессе термической обработки и после нее.

7. Технический контроль назначается после тех операций, где возможно появление брака, перед сложными и дорогостоящими операциями, а также в конце обработки детали.

Указанные принципы построения технологического маршрута не является строго обязательными. В любом случае к решению конкретных вопросов необходимо подходить творчески, с учетом конкретных условий. Необходимо отметить также, что составление технологического маршрута облегчается при использовании типовых технологических процессов механической обработки для деталей определенных классов.

Выбор технологических баз. Проектирование технологического процесса начинается с выбора баз для обработки детали по всему технологическому процессу. Выбор баз определяет структуру технологического процесса, надежность обеспечения технических требований к точности изготовления детали. В технологической части проекта должно быть приведено обоснование выбора технологических баз, принятых при механической обработке деталей.

При выборе технологических баз следует руководствоваться следующими основными положениями. В качестве черновых баз следует выбирать поверхности, которые и в готовой детали останутся необработанными. Это обеспечивает правильное расположение обработанных поверхностей относительно необработанных. На выбор черновых баз оказывает влияние и такой фактор, как удобство установки и закрепления детали в приспособлении. Не следует допускать повторного использования черновых баз, так как при этом обработанные при различных установках поверхности займут неправильное положение относительно друг друга. На первой операции, как правило, обрабатываются поверхности, которые служат технологическими базами при выполнении последующих операций.

При обработке деталей, обрабатываемых кругом, следует принимать в качестве баз такие поверхности, которые имеют наименьшие припуски. В этом случае будет наибольшая гарантия, что не получится брака из-за недостатка припуска на какой либо обрабатываемой поверхности, так как поверхности с наименьшими припусками будут соосны с поверхностями, принятыми в качестве баз при дальнейшей обработке, и, следовательно, перекосы, могущие иметь место в заготовке, могут быть устранены.

В качестве технологических баз следует принимать поверхности достаточных размеров, эти поверхности должны иметь более высокую точность, наименьшую шероховатость, не иметь литейных прибылей, литников, окалин и других дефектов.

При точной обработке в качестве баз следует, по возможности, выбирать основные, т.е. поверхности, которыми определяется положение данной детали при работе ее в машине. Базирование по основным базам обеспечивает минимальную погрешность обработки от установки детали, так как ее положение будет одинаковым как при обработке, так и при работе в машине.

Базы должны быть выбраны так, чтобы была обеспечена наименьшая деформация заготовки от сил резания и закрепления. Для

этого базы должны иметь достаточную протяженность и должны быть расположены возможно ближе к обрабатываемым поверхностям.

Базы для окончательной обработки должны иметь наибольшую точность размеров и геометрической формы, а также наименьшую шероховатость поверхности, чем выше требования к точности базирования, тем точнее должны быть обработаны базы. В связи с этим, иногда приходится поверхности, используемые в качестве технологических баз на финишных операциях обрабатывать с большей точностью и меньшей шероховатостью, чем это требуется техническими условиями на деталь.

При выборе баз необходимо учитывать также условия возможно большей простоты и дешевизны изготовления приспособления.

При выборе технологических баз следует стремиться к соблюдению принципов единства баз, совмещения баз (технологических и измерительных). При несовпадении конструкторских и технологических баз ужесточаются допуски вновь вводимых технологических размеров.

На первых операциях, служащих для обработки технологических баз, заготовки корпусных деталей желательно базировать по внутренним поверхностям или отверстиям; это обеспечивает более равномерные припуски на их последующую обработку.

Базирование заготовок по плоскости и двум отверстиям является более предпочтительным по сравнению с базированием по трем плоскостям, так как при этом конструкция приспособления оказывается более простой. При базировании по трем плоскостям нередко приходится предусматривать специальные механизмы для поджима заготовок к установочным элементам приспособления.

Базирование по плоскости и двум отверстиям чаще применяют при обработке заготовок средних размеров, использование этой схемы базирования при обработке крупных тяжелых заготовок, устанавливаемых с помощью крана, затруднительно из-за возможных перекосов отверстий относительно пальцев. В связи с этим крупные заготовки чаще всего базируют по трем плоскостям.

На автоматических линиях для базирования заготовок корпусных деталей, у которых трудно создать надежные технологические базы, широко используют приспособления-спутники, которые надежно базируют в различных позициях автоматической линии по плоскости и двум отверстиям. При изготовлении корпусных деталей с использованием приспособлений-спутников на многоцелевых станках или на многоинструментальных станках в отдельных случаях представляется возможным осуществить полную обработку с одной установки. В этом случае имеет место комплект единых технологических баз, в качестве которого используют черные поверхности заготовки.

При выборе технологических баз следует рассматривать несколько вариантов базирования заготовки, как на первой, так и на последующих операциях. Принятые технологические базы должны обеспечивать минимальные погрешности базирования. Для определения их величины и влияния на точность обработки студент-дипломник должен произвести расчет погрешностей базирования для одной установки по методике, приведенной в работах [8], [38], [44].

Расчет припусков на обработку, операционных размеров и допусков. При выполнении проекта расчет припусков на обработку производится расчетно-аналитическим и опытно статистическим методом.

При опытно статистическом методе общий и промежуточный припуск берут по таблицам, которые составлены на основе обобщения опыта передовых предприятий, и не учитывают конкретных условий построения технологического процесса.

При расчетно-аналитическом методе определяется минимально необходимая величина припуска на каждый переход, с тем, чтобы устранялись погрешности, полученные на предыдущих операциях (переходах).

Расчетно-аналитическим методом рассчитываются межоперационные и общий припуск на одну, наиболее ответственную поверхность детали (поверхности основных отверстий корпусных деталей, поверхности шеек валов и т.п. при выполнении размеров по 9, 8 и бо-

лее точным квалитетам с требованием по шероховатости $Ra < 3,2 \dots 1,6$ мкм.). Для остальных поверхностей деталей как операционные (переходные), так и общие припуски определяются по стандартам.

Расчет припусков аналитическим методом рекомендуется производить в такой последовательности:

- устанавливается вид заготовки (литье, поковка и т.д.), класс или группа ее точности, способ ее изготовления;

- с учетом требований чертежа к рассматриваемой поверхности и принятой последовательности обработки устанавливается необходимая точность и шероховатость обрабатываемых поверхностей по отдельным операциям или переходам.

Назначение допусков на размеры производится в соответствии с видом обработки (обдирка, чистовая обработка, зенкерование, шлифование и т.д.).

- производится определение величин отдельных составляющих припуска и расчет припусков на каждую ступень обработки (операцию или переход);

- расчетным путем устанавливаются межоперационные размеры и размер заготовки

Схемы распределения операционных (промежуточных) припусков и допусков показаны на рис. 2.18 и 2.19.

При определении припусков на операционные размеры нужно различать два случая:

- когда размер уменьшается при переходе от каждой предшествующей ступени обработки к последующей, следует пользоваться схемой вала (рис. 2.18);

- когда этот размер увеличивается, следует использовать схему отверстия (рис. 2.19).

Данная схема была принята до выхода последних работ проф. Кована. В справочнике под ред. Кована z_{\min} откладывается от наименьшего предельного размера, т.е. от нижней границы допуска и как бы перекрывает этот допуск. Такое уменьшение припуска преду-

считывает полное использование всего допуска на выполняемую операцию, появляется вероятность получения брака. Особенностью схемы проф. В.М. Кована является то, что при условии $T_i > 2z_{i\min}$ возможно частичное совпадение поля допуска предшествующего перехода с полем допуска выполняемого перехода, поэтому расчет по схеме проф. В.М. Кована более удобен для единичного производства.

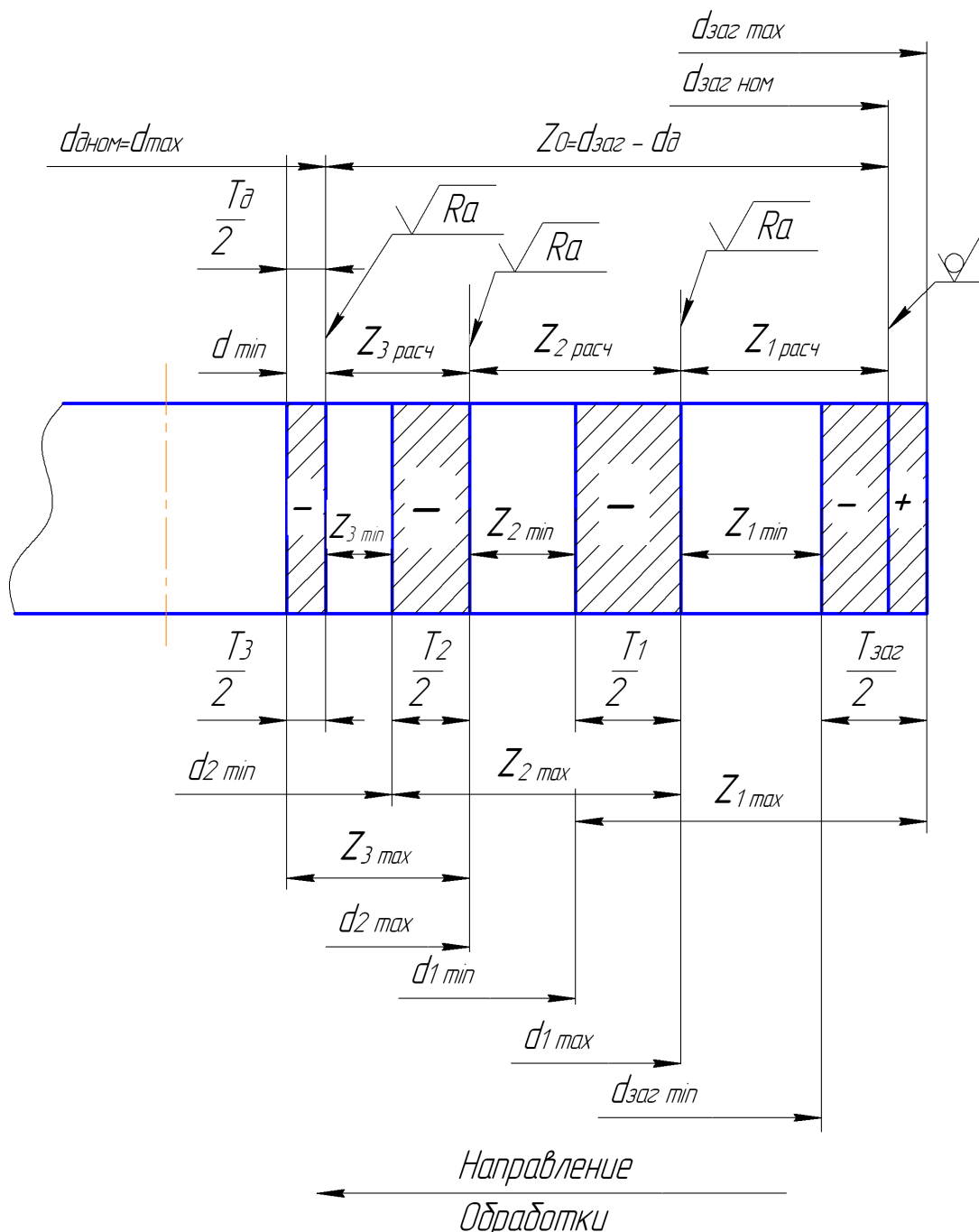


Рис. 2.18. Схема распределения операционных припусков и допусков при обработке вала (схема вала)

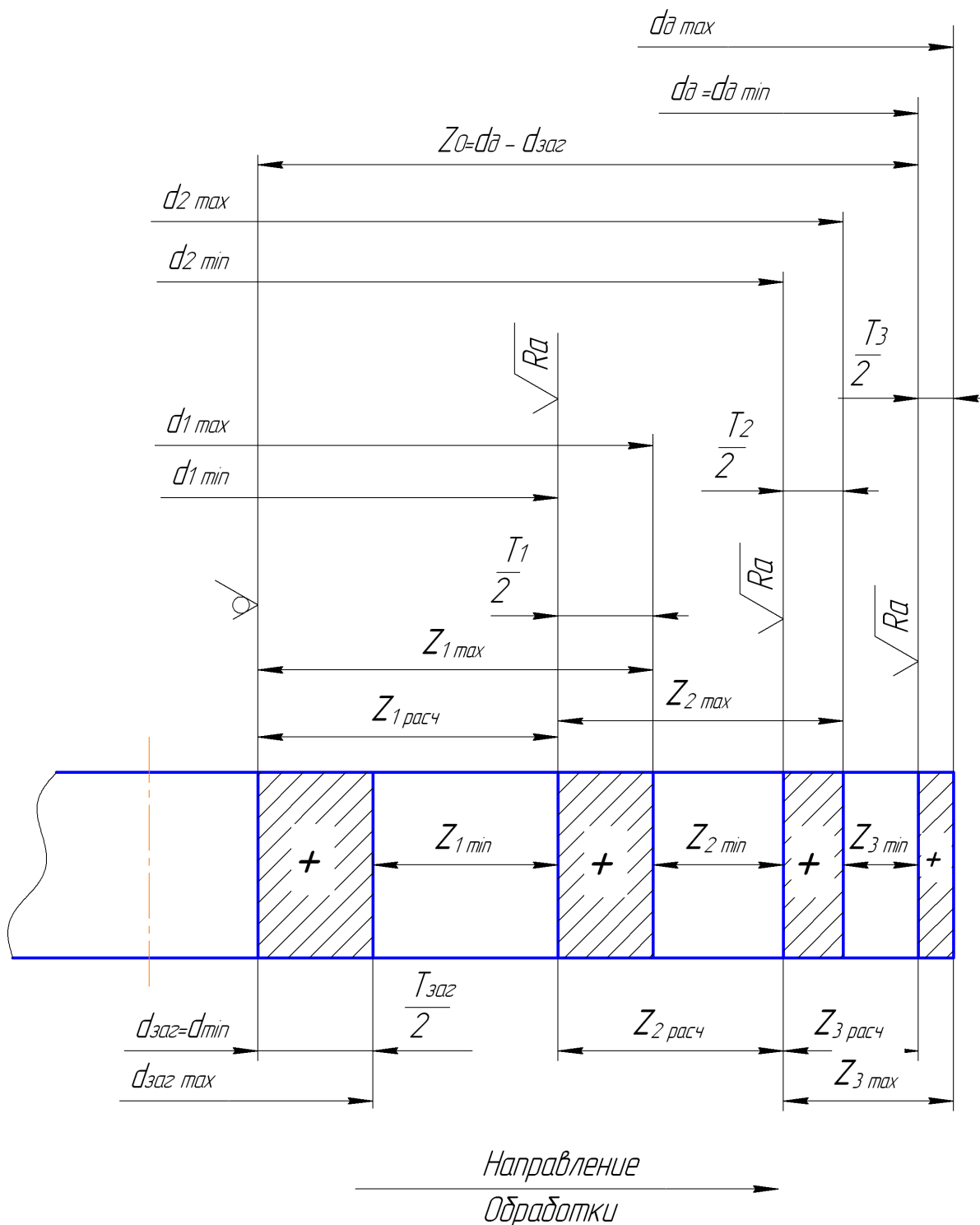


Рис. 2.19. Схема распределения операционных припусков и допусков при обработке отверстия (схема отверстия)

Если предварительно обработанная поверхность займет место в пределах поля допуска окончательной обработки (т.е. размер окончательной обработки окажется выполненным при предварительной обработке), то окончательная обработка понадобится не в целях полу-

чения нужного размера, а в целях получения нужной шероховатости поверхности, что может быть достигнуто за счет использования оставшейся части допуска на окончательную обработку, например, выглаживанием.

При расчете по рекомендуемой схеме такого перекрытия полей допусков никогда не может получиться, т.к. расстояние между нижней границей допуска предшествующего перехода (операции) для случая обработки вала и верхней границей допуска выполняемого перехода (операции) $z_{i\min}$ в пределе не может быть менее суммы $Rz_{i-1} + h_{i-1}$, что является гарантией полного отсутствия брака и облегчает настройку оборудования при работе по методу автоматического получения размеров.

Включение в состав расчетного припуска $2z_{i,расч.}$ значения допуска T_{i-1} на предшествующую ступень обработки в качестве самостоятельной величины полностью гарантирует при обработке ликвидацию всех погрешностей формы, связанных с предшествующей обработкой детали.

Все вышесказанное позволяет считать принятую в работе схему и исходное выражение расчетного припуска ($2z_{iрасч.} = 2z_{i\min} + T_{i-1}$) эффективными, особенно при определении припусков на обработку на настроенном оборудовании.

В расчетный припуск на черновую обработку включается не весь допуск заготовки, а только минусовая его часть для «схемы вала» или только плюсовая часть допуска для «схемы отверстия». Могут быть и другие схемы распределения допусков и припусков.

При определении припусков расчетно-аналитическим методом следует руководствоваться данными, приведенными в работах [8], [44], [46], [55].

Алгоритм расчета припусков следующий:

1. Минимальный припуск при последовательной обработке противлежащих поверхностей (односторонний припуск).

$$z_{i\min} = (Rz_{i-1} + h_{i-1}) + (\rho_{i-1} + \varepsilon_i); \quad (2.1)$$

2. Минимальный припуск при параллельной обработке противоположных поверхностей (двусторонний припуск).

$$2z_{i\min} = 2[(Rz_{i-1} + h_{i-1}) + (\rho_{i-1} + \varepsilon_i)]; \quad (2.2)$$

3. Минимальный припуск при обработке наружных и внутренних поверхностей (двусторонний припуск).

$$2z_{i\min} = 2[(Rz_{i-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}]; \quad (2.3)$$

4. Расчетный припуск.

$$2z_{i,расч.} = 2z_{i\min} + T_{i-1}; \quad (2.4)$$

5. Расчетный диаметр наружной поверхности, полученный на предшествующем переходе.

$$d_{i-1,расч.} = d_{i,расч.} + 2z_{i,расч.}; \quad (2.5)$$

6. Наименьший предельный линейный размер наружной поверхности, полученный на предшествующем переходе.

$$a_{i-1\min} = a_{i,расч.} - T_{i-1}; \quad (2.6)$$

7. Наименьший диаметр наружной поверхности, полученный на предшествующем переходе.

$$d_{i-1\min} = d_{i,расч.} - T_{i-1}; \quad (2.7)$$

8. Наибольший диаметр внутренней поверхности, полученный на предшествующем переходе.

$$d_{i-1\max} = d_{i\min} - 2z_{i\min}; \quad (2.8)$$

9. Наибольший предельный линейный размер внутренней поверхности, полученный на предшествующем переходе.

$$a_{i-1\max} = a_{i\min} - z_{i\min}; \quad (2.9)$$

10. Наибольший предельный линейный размер наружной поверхности, полученный на предшествующем переходе.

$$a_{i-1\max} = a_{i\max} + z_{i\text{расч}}; \quad (2.10)$$

11. Наибольший диаметр наружной поверхности, полученный на предшествующем переходе.

$$d_{i-1\max} = d_{i\max} + 2z_{i\text{расч}}, \quad (2.11)$$

12. Наименьший предельный линейный размер внутренней поверхности, полученный на предшествующем переходе.

$$a_{i-1\min} = a_{i-1\max} - T_{i-1}; \quad (2.12)$$

13. Предельный минимальный (операционный) двусторонний припуск при обработке наружной поверхности.

$$2z_{i\min}^{np} = d_{i-1\min} - d_{i\min}; \quad (2.13)$$

14. Предельный максимальный (операционный) двусторонний припуск при обработке наружной поверхности

$$2z_{i\max}^{np} = d_{i-1\max} - d_{i\min}; \quad (2.14)$$

15. Наименьший диаметр внутренней поверхности, полученный на предшествующем переходе.

$$d_{i-1\min} = d_{i-1\max} - T_{di-1}; \quad (2.15)$$

16. Номинальный линейный размер наружной поверхности, полученный на предшествующем переходе.

$$a_{i-1ном} = a_{i-1min} - ei_{i-1}; \quad (2.16)$$

17. Номинальный диаметр наружной поверхности, полученный на предшествующем переходе.

$$d_{i-1ном} = d_{i-1min} - ei_{i-1}; \quad (2.17)$$

18. Номинальный односторонний припуск при обработке наружной поверхности.

$$z_{ином} = a_{i-1ном} - a_{ином}; \quad (2.18)$$

19. Номинальный двусторонний припуск при обработке наружной поверхности.

$$2z_{ином} = d_{i-1ном} - d_{ином}; \quad (2.19)$$

20. Номинальный линейный размер внутренней поверхности, полученный на предшествующем переходе.

$$a_{i-1ном} = a_{i-1max} - ES_{i-1}; \quad (2.20)$$

21. Номинальный диаметр внутренней поверхности, полученный на предшествующем переходе.

$$d_{i-1ном} = d_{i-1max} - ES_{i-1}; \quad (2.21)$$

22. Номинальный односторонний припуск при обработке внутренней поверхности.

$$z_{ином} = a_{ином} - a_{i-1ном}; \quad (2.22)$$

23. Номинальный двусторонний припуск при обработке внутренней поверхности.

$$2z_{\text{ном}} = D_{\text{ном}} - D_{i-1\text{ном}}, \quad (2.23)$$

где Rz_{i-1} – высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

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

ρ_i – суммарные отклонения расположения поверхности;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе;

T_i, T_{i-1} – допуск на размер, получаемый на выполняемом и предшествующем переходах соответственно;

ei_{i-1} – нижнее отклонение размера на предшествующем переходе;

Es_{i-1} – верхнее отклонение размера на предшествующем переходе.

Рассчитывая величину минимального припуска, следует всегда учитывать конкретные условия обработки, что позволяет в ряде случаев существенно уменьшить или вообще исключить отдельные слагаемые, достигая при этом значительного уменьшения величины минимального припуска. Так, например, при выполнении чистовых проходов глубина дефектного слоя оказывается ничтожно малая и может быть учтена за счет других составляющих. При последовательных переходах обработки какой – либо одной поверхности на многоцелевом станке, когда обработку выполняют с одной установки, резервировать припуск для компенсации погрешности установки следует только для первого перехода.

Весь материал по расчету припусков расчетно-аналитическим методом должен быть приведен в расчетно-пояснительной записке. Данные расчетов необходимо занести в таблицу.

Пример. Рассчитать припуск на механическую обработку и межоперационные размеры для наружной цилиндрической поверхности $\varnothing 80h6_{(-0,019)}$ (рис. 2.20). Заготовка – горячая штамповка на гори-

зонтально-ковочной машине (ГКМ), масса заготовки – 1,4 кг, материал – сталь 20 (штамповка четвертой группы сложности).

Размер, на который определяется припуск $\varnothing 80h6_{(-0,019)}$, Требования чертежа – по точности 6 квалитет $h6$, по шероховатости поверхности $Ra 1, 25$ мкм.

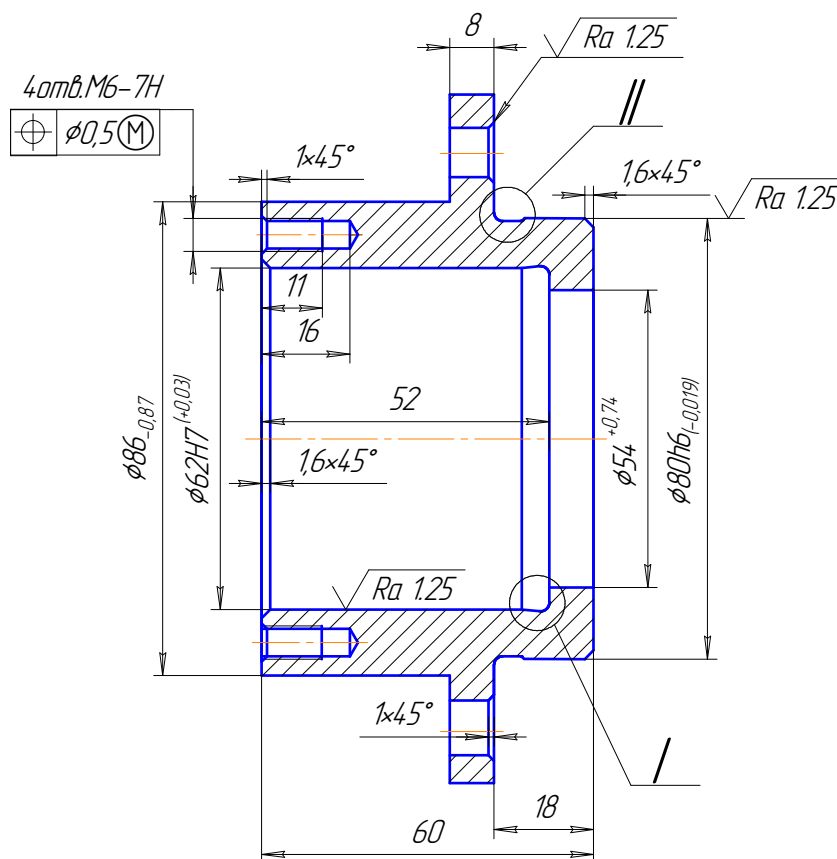


Рис. 2.20. Эскиз детали

Выбираем последовательность обработки поверхности [55, с.8, табл.4]:

Из табл. [55, с.8, табл.4] видно, что 6 квалитет точности можно получить тонким точением и шлифованием – выбираем шлифование в качестве последней обработки, т.к. шестой квалитет находится на границе возможностей токарного универсального станка.

Требования по шероховатости поверхности согласно той же таблице также обеспечиваются тонким точением и шлифованием.

Итак, требования по точности обработки и шероховатости поверхности могут быть обеспечены, если в качестве окончательной обработки принять шлифование. В случае не совпадения требований по шероховатости и точности окончательную обработку выбираем, исходя из более жесткого требования.

Таблица 2.1

Результаты расчета припусков для наружной цилиндрической поверхности $\varnothing 80h6_{(-0,019)}$

Технологический переход	Элементы припуска, мкм			Минимальный припуск $2z_{i\min}$, мкм	Расчетный припуск $2z_{i\min} + T_{i-1}$, мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск T , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	$R_Z + h$	ρ	ε					d_{\min}	d_{\max}	$2z_{\min}^{np}$	$2z_{\max}^{np}$
Заготовка	350	894	–	–	–	83,856	1400	83,356	84,756	–	–
черновое точение $h12$	100	53,6	–	2·1244	2988	80,868	350	80,518	80,868	2838	3888
чистовое точение $h9$	60	2,14	–	2·153,6	657	80,211	87	80,124	80,211	394	657
Шлифование $h6$	30	0,04	–	2·62,14	211	80	19	79,981	80	143	211
Итого										3375	4756

Устанавливаем последовательность обработки. Выбор переходов осуществляем по шероховатости через один размер по ряду:

1. точение черновое, Ra 20 мкм;
2. точение чистовое, Ra 5 мкм;
3. шлифование, Ra 1,25 мкм.

Расчет припусков проводим по формуле (2.3) [44, с. 97]:

$$2z_{i\min} = 2[(Rz_{i-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}],$$

для заготовки (штамповка на ГКМ):

$$Rz_{\text{черн}} + h_{\text{черн}} = 150 + 200 = 350 \text{ мкм}, [44, \text{ с. } 98, \text{ табл. } 4.25.];$$

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{эксц}}^2} [44, \text{ с. } 101, \text{ табл. } 4.28.],$$

$$\rho = \sqrt{0,4^2 + 0,8^2} = 0,894 [44, \text{ с. } 103, \text{ табл. } 4.30, 4.31.];$$

ε_i – принимаем равной 0 [44, с. 107, табл. 4.33].

для чернового точения:

$$Rz_{\text{черн}} + h_{\text{черн}} = 50 + 50 = 100 \text{ мкм}, [44, \text{ с. } 99, \text{ табл. } 4.27];$$

$$\rho = 0,06 \cdot 894 = 53,6 \text{ мкм}, [44, \text{ с. } 118];$$

ε_i – принимаем равной 0;

для точения чистового

$$Rz_{\text{чист}} + h_{\text{чист}} = 30 + 30 = 60 \text{ мкм}, [44, \text{ с. } 99, \text{ табл. } 4.27],$$

$$\rho = 0,04 \cdot 53,6 = 2,14 \text{ мкм}, [44, \text{ с. } 118],$$

ε_i – принимаем равной 0;

для шлифования:

$$Rz_{\text{шлиф}} + h_{\text{шлиф}} = 10 + 20 = 30 \text{ мкм}, [44, \text{ с. } 99, \text{ табл. } 4.27];$$

$$\rho = 0,02 \cdot 2,14 = 0,04 \text{ мкм}, [44, \text{ с. } 118];$$

ε_i – принимаем равной 0.

Заполняем первые столбцы таблицы 2.1 [44, с. 116, табл. 4.38].

Точение черновое:

$$2z_{\text{черн.мин}} = 2[(Rz_{\text{заг}} + h_{\text{заг}}) + \sqrt{\rho_{\text{заг}}^2 + \varepsilon_{\text{заг}}^2}] = 2(350 + 894) = 2 \cdot 1244 \text{ мкм};$$

Точение чистовое:

$$2z_{\text{чист.мин}} = 2[(Rz_{\text{черн}} + h_{\text{черн}}) + \sqrt{\rho_{\text{черн}}^2 + \varepsilon_{\text{чист}}^2}] = 2(100 + 53,6) = 2 \cdot 153,6 \text{ мкм};$$

Шлифование:

$$2z_{\text{шлиф.мин}} = 2[(Rz_{\text{чист}} + h_{\text{чист}}) + \sqrt{\rho_{\text{чист}}^2 + \varepsilon_{\text{шлиф}}^2}] = 2(60 + 2,14) = 2 \cdot 62,14 \text{ мкм}.$$

Для назначения допусков воспользуемся ГОСТ 7505-89. Определим допуск для размера $\varnothing 80h6$ заготовки. По ГОСТ 7505-89 допуск определяется для наибольшего диаметрального размера поковки 120 мм. Для заготовки штамповки повышенной точности, группа стали М1, сложность С1, класс точности поковки Т4, диаметр которой находится в интервале $80 \div 120$ мм, исходный индекс 8, допуск равен: $T = 1400$ мкм, (верхнее отклонение 900 мкм, нижнее 500 мкм). При расчете припусков учитываем только минусовое отклонение, т.е. $T_3 = 500$ мкм.

После чернового точения получаем поверхность 12 качества, шероховатость Ra 20 мкм, диаметр которой находится в интервале $80 \div 120$ мм. Допуск равен: $T = 350$ мкм. [55, с.8, табл.4].

После чистового точения получаем поверхность 9 качества, Ra 5 мкм, диаметр которой находится в интервале $80 \div 120$ мм. Допуск равен: $T = 87$ мкм.

После шлифования получаем поверхность качества $h6$, Ra 1,25 мкм, диаметр которой находится в интервале $50 \div 80$ мм. Допуск равен: $T = 19$ мкм.

Расчетный припуск определяем по формуле (2.4).

При расчете припуска на черновое точение учитываем только минусовое отклонение допуска.

$$2z_{iрасч} = 2z_{imin} + T_{i-1};$$

$$2z_{шлиф.расч.} = 2 \cdot 62,14 + 87 = 211 \text{ мкм};$$

$$2z_{чист.расч.} = 2 \cdot 153,6 + 350 = 657 \text{ мкм};$$

$$2z_{черн.расч.} = 2 \cdot 1244 + 500 = 2988 \text{ мкм}.$$

Находим расчетный диаметр – для валов он равен наибольшему диаметру на каждом этапе обработки:

расчетный диаметр на окончательную обработку равен наибольшему диаметру по чертежу детали:

$$d_{шлиф.расч.} = d_{max} = 80 \text{ мм}.$$

Расчетный диаметр, полученный на предшествующем переходе, находится по формуле (2.5) прибавлением к расчетному диаметру выполняемого перехода расчетного припуска выполняемого перехода:

$$d_{i-1расч.} = d_{iрасч.} + 2z_{iрасч.}/1000;$$

$$d_{чистрасч.} = 80 + 211/1000 = 80,211 \text{ мм};$$

$$d_{черн.расч.} = 80,211 + 657/1000 = 80,868 \text{ мм};$$

$$d_{заг.расч.} = 80,868 + 2988/1000 = 83,856 \text{ мм}.$$

Для валов расчетный диаметр $d_{расч.}$ равняется наибольшему предельному диаметру d_{max} – можно заполнить сразу оба столбика таблицы 2.1 - $d_{расч.}$ и d_{max} .

Наименьший диаметр наружной поверхности, полученный на предшествующем переходе определяем по формуле (2.7).

$$d_{i-1min} = d_{i-1расч.} - T_{i-1};$$

$$d_{чист.min} = 80,211 - 0,087 = 80,124;$$

$$d_{черн.min} = 80,868 - 0,35 = 80,518;$$

$$d_{заг.min} = 83,856 - 0,5 = 83,356.$$

Находим наибольший предельный диаметр заготовки - d_{max} прибавлением допуска к наименьшему диаметру d_{min} :

$$\begin{aligned} d_{max} &= d_{min} + T, \\ d_{заг.маx} &= 83,356 + 1,4 = 84,756 \text{ мм.} \end{aligned} \quad (2.24)$$

Заполняем столбик d_{max} и d_{min} .

Рассчитаем предельные значения припусков. Предельное значение минимального припуска $2z_{min}^{np}$ выполняемого перехода находится как разность наименьших диаметров предшествующего и выполняемого перехода по формуле (2.13)

$$\begin{aligned} 2z_{шлиф.мин}^{np} &= d_{чист.мин} - d_{шлиф.мин} = 80,124 - 79,981 = 143 \text{ мкм.} \\ 2z_{чист.мин}^{np} &= d_{черн.мин} - d_{чист.мин} = 80,518 - 80,124 = 394 \text{ мкм.} \\ 2z_{черн.мин}^{np} &= d_{заг.мин} - d_{черн.мин} = 83,356 - 80,518 = 2838 \text{ мкм.} \end{aligned}$$

Предельное значение максимального припуска $2z_{max}^{np}$ выполняемого перехода находится как разность наибольших диаметров предшествующего и выполняемого перехода по формуле (2.14)

$$\begin{aligned} 2z_{шлиф.маx}^{np} &= d_{чист.маx} - d_{шлиф.маx} = 80,211 - 80 = 211 \text{ мкм.} \\ 2z_{чист.маx}^{np} &= d_{черн.маx} - d_{чист.маx} = 80,868 - 80,211 = 657 \text{ мкм.} \\ 2z_{черн.маx}^{np} &= d_{заг.маx} - d_{черн.маx} = 84,756 - 80,868 = 3888 \text{ мкм.} \end{aligned}$$

Сумма предельных значений припусков (общие припуски z_{omin} и z_{omax}) записывается в графе «Итого» в соответствующих столбцах

$$2z_{min}^{np} \text{ и } 2z_{max}^{np}$$

$$\sum (2z_{\min}^{np}) = 2z_{\text{черн. min}}^{np} + 2z_{\text{чист. min}}^{np} + 2z_{\text{шлиф. min}}^{np} = 2838 + 394 + 143 = 3375 \text{ мкм};$$

$$\sum (2z_{\max}^{np}) = 2z_{\text{черн. max}}^{np} + 2z_{\text{чист. max}}^{np} + 2z_{\text{шлиф. max}}^{np} = 3888 + 657 + 211 = 4756 \text{ мкм}.$$

Правильность проведенных расчетов проверяем по формулам []

$$2z_{i_{\max}} - 2z_{i_{\min}} = T_{i-1} - T_i; \quad (2.25)$$

$$2z_{o_{\max}} - 2z_{o_{\min}} = T_{\text{заг.}} - T_{\delta}. \quad (2.26)$$

Определяем общий номинальный припуск $z_{o \text{ ном}}$ и номинальный размер заготовки $d_{\text{заг. ном}}$, используя взаимосвязь между межоперационными припусками на обработку и полями допусков, устанавливаемые на промежуточные размеры, по формулам

$$2z_{o_{\text{ном}}} = 2z_{o_{\min}} + ei_{\text{заг.}} - ei_{\delta}; \quad (2.27)$$

$$d_{\text{заг. ном}} = d_{\text{дном}} + 2z_{o_{\text{ном}}}, \quad (2.28)$$

где ei_{δ} , ei_{δ} – нижние отклонения диаметров заготовки и детали соответственно,

$$2z_{o_{\text{ном}}} = 3,375 + 0,5 - 0,019 = 3,856 \text{ мм};$$

$$d_{\text{заг. ном}} = 80 + 3,856 = 83,856 \text{ мм}.$$

Устанавливаем номинальный размер заготовки ближайший больший к расчетному из ряда нормальных линейных размеров по ГОСТ 6636-66. Тогда окончательный размер заготовки будет $\varnothing 85_{-0,5}^{+0,9}$. Выбрав размер заготовки по нормальному ряду, мы фактически взяли припуск больший против расчетного, вследствие чего необходимо сделать перерасчет операционных припусков и размеров.

Результаты расчетов сводим в таблицу 2.2.

Установленные нормальные размеры и операционные припуски

Технологический переход	Номинальный размер, мм	Допуск, мм
Диаметр заготовки $d_{заг.}$	85	+ 0,9 - 0,5
Черновое точение, $d_{черн.}$	81	- 0,5
Чистовое точение, $d_{чист.}$	80,2	- 0,08
Шлифование, $d_{шлиф.}$	80	- 0,19
Общий расчетный припуск	$85-80 = 5$	+ 0,9 - 0,5

При расчете припусков табличным методом следует руководствоваться соответствующими ГОСТами в зависимости от вида заготовки и способа ее получения. Так, общие припуски могут быть определены по следующим стандартам:

- для поковок, получаемых свободной ковкой на молотах, — ГОСТ 7829-70;
- для поковок, получаемых свободной ковкой на гидравлических прессах, — ГОСТ 7062-90;
- для поковок, получаемых штамповкой на всех видах оборудования, — ГОСТ 7505-89;
- для отливок — ГОСТ Р 53464-2009.

По соответствующим таблицам тех же ГОСТов могут быть установлены и назначены допускаемые отклонения размеров заготовок.

Межоперационные припуски, а также припуски на отдельные переходы устанавливаются по специальным таблицам, приводимым в справочной литературе [3]. Величины межоперационных припусков, установленные табличным методом, должны быть увязаны с величиной общего припуска на механическую обработку рассматриваемой поверхности.

По тем же таблицам можно назначить и допуски на операционные (переходные) размеры, исходя из следующих основных условий:

а) допуски не должны превышать экономической точности обработки;

б) допуски должны быть выбраны с учетом размеров припусков, так как пределы допуска дают наибольший и наименьший размеры припуска;

в) допуски должны быть выбраны с учетом конечной точности размера готовой детали.

После определения размеров заготовки следует определить ее массу, а также коэффициенты использования материала $K_{u.m}$ и заготовки $K_{u.z}$ по формулам

$$\begin{aligned} K_{u.m} &= \frac{M_{дет}}{M_m}; \\ K_{u.z} &= \frac{M_{дет}}{M_z}, \end{aligned} \tag{2.29}$$

где M_m - масса материала для получения заготовки;

$M_{дет}$ - масса готовой детали;

M_z - масса заготовки.

Масса заготовки и детали определяется по таблицам или расчетом.

В расчетно-пояснительной записке дается характеристика материала детали (химический состав, механические свойства), краткое описание принятого технологического процесса изготовления заготовки, характера ее термообработки и технические условия на нее. При разработке чертежа заготовки можно руководствоваться данными, приведенными в источниках [2], [18], [44].

Установив общие припуски, выполняют чертеж заготовки с указанием размеров, допусков, литейных или штамповочных уклонов и других технических требований.

Выбор оборудования, приспособлений, инструмента. В соответствии с масштабом производства применяется технически обосно-

ванное прогрессивное производительное оборудование, специальные приспособления, режущий инструмент и измерительные приборы. Общие правила выбора технологического оборудования установлены ГОСТ Р 50-54-11-87.

Выбор оборудования производится в зависимости от годовой программы, формы и размеров детали и обрабатываемых поверхностей, технических условий, определяющих точность и требуемую шероховатость обработанных поверхностей, технологической и экономической целесообразности применения специального оборудования. Выбор оборудования производится по общим каталогам металлообрабатывающего оборудования и электронному справочнику.

Выбор модели станка определяется, прежде всего, ее возможностью обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготавливаемой детали в их технологической взаимосвязи. Если эти требования можно обеспечить обработкой на различных станках, определенную модель выбирают из следующих соображений:

1) соответствие размеров рабочей зоны станка размерам обрабатываемой заготовки;

2) обеспечение необходимой производительности в соответствии с заданным объемом выпуска детали. Если заданная производительность не обеспечивается применением одношпиндельного станка, следует проектировать обработку на многошпиндельных, многорезцовых, многопозиционных станках, полуавтоматах, автоматах;

3) соответствие мощности, жесткости и кинематических данных оборудования оптимальным режимам выполнения операции. С целью обеспечения возможности обработки на оптимальных режимах резания следует применять станки с бесступенчатым регулированием движений резания и подачи;

4) возможность механизации и автоматизации выполняемой обработки. Учитывают также максимальное сокращение срока окупаемости затрат на механизацию и автоматизацию;

5) наименьшая себестоимость обработки, которая в первую очередь определяется производительностью и стоимостью станка. Необходимо, чтобы выбранные модели станков окупались в течение регламентированного промежутка времени;

6) реальная возможность приобретения станка;

7) необходимость использования имеющихся станков.

Если для разрабатываемой операции возможно применение станков двух разных моделей, обеспечивающих одинаковые требования качества обработки, то решающим фактором при выборе оборудования является экономичность обработки. В этом случае следует выполнить технико-экономические расчеты себестоимости, в которых должны быть учтены, в частности, приведенные расходы по эксплуатации оборудования (амортизационные отчисления, расходы на текущий ремонт и техническое обслуживание оборудования).

Применение станков с ЧПУ, многоцелевых станков позволяет автоматизировать вспомогательные работы, оптимизировать режимы резания, обеспечить концентрацию операций, быструю переналадку станка, расширить многостаночное обслуживание.

При выборе модели станка с ЧПУ руководствуются теми же правилами, что и при выборе обычных станков. Однако имеются некоторые специфические особенности. При выборе станка с ЧПУ необходимо обратить внимание на степень автоматизации данной модели и на то, какие органы его программируются. На станках программируются часть или все ниже перечисленные его функции: изменение подачи и скорости вращения шпинделя, индексация и предварительный набор двух или трех координат стола, поворот стола, скорости перемещения органов станка, автоматизация смены инструмента и т.д.

Существенное значение для выбора модели станка имеет конструктивное оформление заготовки, в частности взаимное расположение обрабатываемых поверхностей, их форма, определяющая возможность обработки на проход или требующая дополнительного врезания инструмента либо обработки по контуру. Степень сложности и стоимость многоцелевого станка, а, следовательно, и себестоимость

обработки заготовок с его помощью в значительной степени зависят от количества гнезд в инструментальном магазине станка. В связи с этим при выборе модели станка очень важно предварительно определить количество инструментов, которые фактически потребуются при обработке заготовок по проектируемому технологическому процессу. Большинство заготовок могут быть обработаны на станках с емкостью инструментального магазина до 30 инструментов, более сложные корпусные заготовки требуют значительно большей емкости инструментальных магазинов. Такие станки имеют высокую стоимость. Таким образом, при выборе модели станка для достижения наибольшей экономичности обработки следует по возможности использовать простейшие и наиболее дешевые модели станков, технологические возможности которых обеспечивают требования обработки конкретных деталей.

Одновременно с выбором оборудования выбирают технологическую оснастку: станочное приспособление, режущий, вспомогательный, измерительный инструменты.

Правила выбора технологической оснастки устанавливает ГОСТ РД-50-533-85. С помощью ГОСТ РД-50-533-85 необходимо определить зоны рентабельности различных систем станочных приспособлений при оснащении технологического процесса в зависимости от планируемого периода производства изделия и коэффициента загрузки оборудования одной операцией.

Пример. Выбрать систему станочного приспособления, исходя из следующих данных $T_{ум.} = 6$ мин, $N = 2000$ шт.; $F_o = 19680$ мин. Планируемый период производства изделия $T = 2,5$ года.

Коэффициент загрузки оборудования одной операцией

$$K_{30} = \frac{6 \cdot 2000}{19680} = 0,61.$$

По диаграмме (ГОСТ РД-50-533-85, С. 22), исходя из координат $K_{30} = 0,61$ и $T = 2,5$ года, находим зону и наименование системы ста-

ночного приспособления - НСП. Следовательно, для оснащения операции нужно принять неразборное специальное приспособление.

Единая система технологической подготовки производства регламентирует следующие требования к станочным приспособлениям: высокий уровень унификации, стандартизации и агрегатирования; возможность многократного применения при смене объектов производства; соответствие условиям эксплуатации; создание конструкций, обеспечивающих минимальные сроки и затраты на оснащение производства в период технологической подготовки производства (в том числе и с применением вычислительной техники).

Выбор приспособления в значительной мере зависит от типа производства. В единичном и мелкосерийном производстве широко используют универсальные приспособления, в серийном – универсальные, переналаживаемые и приспособления для групповой обработки. В массовом производстве экономически себя оправдывают высокопроизводительные специальные приспособления, позволяющие резко сократить время на установку заготовки и на снятие заготовки по окончании выполнения операции. Выбор приспособления обосновывается технико-экономическими расчетами [58].

Для повышения производительности труда, обеспечения заданной точности обработки, снижения вспомогательного времени следует широко применять высокопроизводительные станочные приспособления, в том числе автоматизированные, многоместные приспособления с пневматическими и гидравлическими зажимами.

Выбор режущих инструментов при оснащении технологического процесса 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, объема выпуска деталей, производительности, стоимости инструмента и затрат на его эксплуатацию. При выборе режущего инструмента в единичном и мелкосерийном производстве предпочтение отдается стандартному режущему инструменту.

В среднесерийном, крупносерийном и массовом производстве используют более производительный специальный инструмент. Для токарных, сверлильных операций с ЧПУ выбирают инструмент, предназначенный для работы на станках с ЧПУ, фирм SANDVIK CORMANT (Швеция), WALTER (Германия), MITSUBISHI CARBIDE (Япония), KENNAMETAL (США) и ряда других фирм, который обладает более высокой режущей способностью, надежностью, повышенной точностью за счет изготовления его по более жестким техническим требованиям.

Выбор инструмента, его геометрических параметров, материала режущей части осуществляется в соответствии с рекомендациями [7], [10], [14], [15], [41], [47], [48], [51], [52], результаты сводят в таблицу.

Для режущей части инструмента широко используют твердые сплавы, обеспечивающие высокие скорости резания. В настоящее время при отделочной обработке расширяется применение алмазов (натуральных и синтетических), особенно при обработке цветных металлов и сплавов (бронзы, латуни, алюминиевых сплавов и т.п.). Расходы, связанные с применением режущего инструмента, входят одной из составляющих в себестоимость продукции.

Выбор режущего инструмента для выполнения операции на станках с ЧПУ производится поэтапно. В начале выявляются виды инструментов, необходимых для обработки заготовки на данной операции. Затем определяют технологические параметры каждого вида инструмента: материалы режущей части, углы заточки режущих кромок, количество зубьев и прочее. На заключительном этапе выбирают конструктивные параметры режущего инструмента: диаметр, длину режущей части, вылет, расположение зубьев, радиуса заточки, направление спирали и прочее. Инструмент может быть комбинированным, регулируемым и многоцелевым.

Нужно учитывать, что предварительная настройка режущего инструмента для станков с ЧПУ производится вне станка. И поэтому необходимо предусматривать в проекте соответствующий комплекс, состоящий из режущего, вспомогательного инструментов и приборов.

К вспомогательному инструменту относятся различные типы втулок, удлинителей, вставок, расточных оправок и борштанг, державок для резцов, патронов быстросменных и втулок переходных к ним, патронов плавающих и компенсирующих для крепления метчиков и т.д.

Конструкция вспомогательного инструмента должна обеспечивать надежное закрепление режущего инструмента в рабочих шпинделях или суппортах станков, быструю и легкую его смену, возможность регулировки (подналадки) непосредственно на станке, а так же наладки и подналадки его на заданный размер вне станка. В ряде случаев вспомогательный инструмент повышает точность механической обработки и расширяет технологические возможности металлорежущих станков. Например, борштанга с копирующим устройством позволяет осуществлять радиальную подачу резцу при продольном перемещении шпинделя станка и этим самым обеспечивается растачивание канавок. Плавающие патроны для разверток и метчиков исключают влияние несоосности шпинделя и погрешности индексации заготовки на точность обработки и т.д.

При выборе конструкции вспомогательного инструмента необходимо, в первую очередь, стремиться к максимальному сокращению основного и вспомогательного времени, простоя оборудования при смене и настройке режущего инструмента, расширению технологических возможностей станков и более полного использования их мощности. При этом, прежде всего, следует использовать имеющийся стандартный и нормализованный инструмент, затем известные конструкции специального вспомогательного инструмента. Если стандартные конструкции не обеспечивают заданной точности или производительности, то необходимо проектировать новый вспомогательный инструмент.

С целью повышения производительности и снижения себестоимости обработки следует широко применять блочную инструментальную оснастку, комбинированный режущий инструмент, инструменты с механическим креплением многогранных твердосплавных пластин.

Для контроля продукции в проекте следует широко применять контрольные приспособления и активные средства контроля.

Контроль – установление соответствия требованиям. Результаты любого вида деятельности или функционирования объекта подлежат контролю. В технологических системах машиностроения контролю подлежат результаты выполнения технологических операций. В связи с тем, что объекты машиностроительного производства являются весьма сложными, то объекты производства подлежат контролю на всех стадиях их жизненного цикла. Поэтому в технологических системах производится два вида контроля: операционный и окончательный. Обычно контроль объектов производства осуществляется с обязательным применением технических средств контроля, и поэтому контроль называется техническим. Операции контроля разрабатывает технолог одновременно с разработкой технологического процесса. При этом операционный контроль является неотъемлемой частью технологической операции. Содержание окончательного контроля оформляется отдельной операцией и может относиться к детали, поступающей на сборку, или к сборочной единице при контроле сборочной операции. Разработка контроля включает решение двух вопросов: организация контроля и его осуществление.

Организация контроля включает решение вопросов:

1. Кто должен проводить контроль?
2. Каков объем контроля?

По первому вопросу при разработке технологического процесса технолог должен совместно со службой технического контроля определить конкретного исполнителя. Это может быть, как правило, рабочий-исполнитель данной операции, либо бригадир, либо мастер, либо работник службы технического контроля. Это зависит от сложности и значимости данной операции и данной детали в формировании качества объекта конечного назначения. Вышеуказанный порядок перечисления контролеров-исполнителей соответствует увеличению сложности и значимости контролируемого объекта.

Как правило, контроль операции возлагается на рабочего-исполнителя данной операции.

Сложные и ответственные операции - нарезание зубчатых колес по седьмой и более точным степеням; шлифование, расточка по седьмому и более точным квалитетам и т.п. - должны контролироваться бригадиром или мастером и тем более, чем ниже разряд рабочего-исполнителя.

Операции окончательного контроля деталей или сборочных единиц осуществляются работниками ОТК. В мировой практике все более усиливается тенденция возложения операционного контроля на рабочего-исполнителя, что и следует рекомендовать при выполнении дипломного проекта.

По объему контроль может быть сплошным и выборочным.

При сплошном контроле подвергается каждая единица изготавливаемого объекта, а при выборочном - только часть в соответствии с планом или правилами контроля.

Сплошному контролю подвергаются объекты, изготавливаемые в единичном или мелкосерийном производстве на не автоматизированном или не настроенном на размер оборудовании при ручном управлении. Если операция выполняется на автоматизированном оборудовании, настроенном на размер, заданный в технологическом процессе, то это позволяет при надлежащей отработке и настройке технологического процесса перейти на выборочный контроль. Однако при этом предварительно требуется провести статистическое исследование параметров обрабатываемых деталей и соответствующую отработку технологического процесса по его статистическим характеристикам.

В связи с вариацией входных параметров технологического процесса: размеров обрабатываемых заготовок, показателей механических свойств и состава материала обрабатываемых заготовок, нестабильности процесса резания, обусловленного изнашиванием режущих инструментов и непостоянством сил резания, выходные параметры технологической операции, осуществляемой над каждой обра-

батываемой заготовкой, также нестабильны. При этом устойчиво проявляется тенденция уменьшения глубины резания в связи с износом режущего инструмента. Это позволяет определить периодичность выборочного контроля, т.е. определить, через какое количество обработанных деталей необходимо произвести выборочный контроль.

Пусть период стойкости режущего инструмента $T=60$ мин при скорости резания $V = 100$ м/мин и подаче на оборот $S_0=0,1$ мм. На основании практических данных считаем, что выборочный контроль необходимо проводить через периоды, равные $T/10$. Определим количество деталей, обрабатываемых за период времени между выборками.

1. Путь резания за период между выборками

$$L = \frac{TV}{10}, \text{ м.} \quad (2.30)$$

2. Путь резания, необходимый для обработки детали длиной $H=50$ мм и диаметром 50 мм

$$L_\delta = \frac{H}{S_0} \cdot \pi d = \frac{50}{0.1} \cdot 3.14 \cdot 50 = 78500 \text{ мм}; L_\delta = 78,5 \text{ м.} \quad (2.31)$$

3. Количество деталей, обработанных за период между двумя выборками т.е. через восемь деталей необходимо провести контроль. В операционной карте технологического процесса в качестве последнего перехода следует записать: «Контроль рабочим каждой девятой детали согласно операции».

$$N = \frac{L}{L_\delta} = \frac{TV \cdot S_0}{10 \cdot H \cdot \pi d} = \frac{60 \cdot 100 \cdot 0.1}{10 \cdot 50 \cdot 3.14 \cdot 50} = 7.6 \approx 8, \quad (2.32)$$

Для осуществления контроля необходимо определить средства контроля, выбрав их по точности и производительности контроля. Контроль бывает качественный и количественный. При качественном

контроле соответствие требованиям устанавливается непосредственно с помощью средств контроля.

В единичном и мелкосерийном производствах предпочтение с экономической точки зрения имеет количественный контроль, когда соответствие требованиям устанавливают на основе измерений. Однако имеются случаи, когда количественный контроль не возможен. Например, контроль внутренней резьбы возможен только резьбовыми калибрами-пробками, контроль отклонений формы и расположения поверхностей деталей шлицевых и шпоночных соединений возможен только посредством комплексных шлицевых и шпоночных калибров.

В серийном и массовом производствах применение имеет преимущественно качественный контроль. При этом количественный контроль применяется не для оценки соответствия требованиям, а для анализа и определения параметров технологических систем, определяющих точность обработанных поверхностей, с целью выявления причин образования отклонений.

Во всех случаях контролю подлежат только те параметры, на которые в технологическом процессе установлены предельные значения в виде допусков, предельных отклонений, предельных значений. Неустановленные в технологическом процессе предельные значения контролю не подлежат.

Средства качественного контроля. Линейные размеры деталей гладких цилиндрических и плоских соединений контролируют гладкими предельными калибрами. Например, для контроля отверстия 25H7 необходимы: калибры-пробки 25H7 Пр и 25H7 НЕ. Для контроля вала 25k7 необходимы скобы 25K7 ПР и 25K7 НЕ.

Для контроля деталей резьбового соединения применяют резьбовые калибры. Например, для контроля внутренней резьбы M18x1,5-7H необходимы резьбовые пробки M18x1,5-74 ПР и M18x1,5-7H НЕ. Для контроля наружной резьбы M18x1,5-6g необходимы резьбовые кольца M18x1,5-6g ПР и M18x1,5-6g НЕ.

Для контроля деталей конических соединений применяют конические калибры. Для контроля наружной конической поверхности

применяют конические калибры-кольца, а для контроля внутренних конических поверхностей калибры-пробки конические. Например, для контроля внутренней поверхности 25H7 с конусностью 1:20 применяют конический калибр-пробку 25H7 Δ 1:0, для контроля наружной конической поверхности \varnothing 25K6 применяют конический калибр \varnothing 25K6 Δ 1:20. На коническом калибре имеются две отметки в виде рисок или уступа. Торцовая плоскость большого основания конической поверхности контролируемой детали должна располагаться между рисками или в пределах уступа. Иначе контролируемая коническая поверхность является негодной.

Контроль деталей шпоночных соединений включает два вида контроля: поэлементный и комплексный.

Поэлементный – контроль размеров боковых сопрягаемых поверхностей шпоночных деталей производится гладкими калибрами.

Комплексный – контроль отклонений формы и расположения боковых сопрягаемых поверхностей деталей шпоночного соединения производится специальными комплексными калибрами. Шпоночное соединение характеризуется двумя посадками, относящимися к соединениям шпонки с пазом втулки и к соединению шпонки с пазом вала. Например, для соединения шпонки с пазом втулки установлена чертежом посадка $8\frac{J_s9}{h9}$, а для соединения шпонки с пазом вала $8\frac{N9}{h9}$.

Для контроля шпонки необходимы калибры-скобы 8h9 ПР и 8h9 НЕ, для контроля паза втулки необходимы калибры-пробки 8J_s9 ПР и 8J_s9 НЕ и комплексный калибр-пробка 8J_s9, который является проходным.

Для контроля паза вала необходимы калибры-пробки 8N9 ПР и 8N9 НЕ, а также комплексный калибр-втулка при открытом пазах или накладной калибр для закрытого паза 8H9.

Комплексные калибры проходные, т.е. они должны обязательно проходить в годную деталь. При этом устанавливается соответствие

размеров пазов поэлементным контролем. Если при этом в начале детали соответствует требованиям, переходят к комплексному контролю.

Контроль шлицевых деталей также включает два вида контроля: поэлементный и комплексный. В начале проводят поэлементный контроль гладкими предельными калибрами. При его положительных результатах проводят контроль комплексными шлицевыми калибрами.

Например, для деталей прямобочного шлицевого соединения, изготовленного по шлицевой посадке $D-8 \times 32 \times 38 \frac{H7}{f7} \times 6 \frac{F8}{f7}$ необходимо установить калибры для поэлементного и комплексного контроля.

Шлицевой втулки $D-8 \times 32 \times 38 H7 \times 6 F8$ и шлицевого вала $D-8 \times 32 \times 38 f7 \times 6 f7$.

Для контроля втулки необходимы: предельные гладкие калибры-пробки $\varnothing 38 H7$ ПР и $\varnothing 38 H7$ НЕ, калибры-пробки $6 F8$ ПР и $6 F8$ НЕ. Комплексный шлицевый калибр-пробка $D-8 \times 32 \times 38 H7 \times 6 F8$. Для контроля шлицевого вала $D-8 \times 32 \times 38 f7 \times 6 f7$ необходимы: калибры-скобы $38 f7$ ПР и $38 f7$ НЕ, калибры-скобы $6 f7$ ПР и $6 f7$ НЕ, комплексный шлицевый калибр-втулка $D-8 \times 32 \times 38 f7 \times 6 f7$.

Для шлицевого соединения с эвольвентным профилем, например, с наружным диаметром 50 и модулем 2: $50 \times \frac{H7}{f7} \times 2 \times \frac{7H}{7h}$ необходимы для контроля шлицевой втулки калибр-пробка $50 H7$ ПР и $50 H7$ НЕ и шлицевой комплексный калибр-пробка $50 \times H7 \times 2 \times 7h$. Для контроля шлицевого вала $50 \times f7 \times 2 \times 7H$. Необходимы калибр-скобы $50 f7$ ПР, $50 f7$ НЕ и комплексный шлицевой калибр $50 \times H7 \times 2 \times 7h$. Толщину зубов контролируют зубомером.

Контроль зубчатых колес при их нарезании является количественным, технологическим, поэлементным контролем и производится на соответствие действительных отклонений установленным допускам и предельным отклонениям в технологическом процессе. При этом необходимо провести контроль по четырем видам норм: кинематической точности, нормам плавности работы, нормам контакта и

нормам бокового зазора. При отработанном технологическом процессе точность параметров зубчатого венца автоматически определяется точностью зубообрабатывающего станка и точностью режущего инструмента и мало зависит от действий рабочего-исполнителя. Особыми параметрами, подвергающимися контролю, являются толщина зуба, колебание длины общей нормали и радиальное биение. Эти параметры подлежат контролю на рабочем месте. Для этого применяются тангенциальный зубомер с индикатором часового типа ИЧ10 с ценой деления 0,01 мм, нормалеммер с ценой деления 0,005 мм и биениемер, которые используются непосредственно на рабочем месте.

Контроль шероховатости обработанной поверхности является обязательным для каждой технологической операции, в которой определены соответствующие требования. Операционный контроль шероховатости является, как правило, качественным и производится визуально путем сравнения поверхности контролируемой детали с поверхностью образца.

При этом для обеспечения необходимой разрешающей возможности контроля следует пользоваться увеличительными линзами или инструментальным микроскопом, например, модели БМИ-7. При $Ra > 1$ мкм необходимое увеличение должно быть не менее четырех, при $Ra \leq 1$ мкм не менее восьми.

Образец шероховатости должен быть аттестован и иметь сопроводительные документы. Он должен соответствовать контролируемой детали по природе материала, методу обработки, виду режущего инструмента, применявшимся для получения контролируемой поверхности.

По природе материалы обрабатываемых заготовок делятся на группы: углеродистые, низколегированные, средне- и высоколегированные стали, чугуны, титановые сплавы, сплавы: алюминиевые, медные, цинковые и др. Методы обработки: точение, растачивание, строгание, цилиндрическое фрезерование, торцовое фрезерование, протягивание, разворачивание, шлифование, зубофрезерование и др.

В спорных ситуациях и для окончательного контроля применяют средства измерения шероховатости – профилометры.

Контроль отклонений формы и расположения поверхностей производится в том случае, если соответствующие допуски установлены в технологическом процессе. К универсальным средствам контроля относятся:

1. Для контроля отклонений от плоскостности – контрольные плиты и щупы.
2. Для контроля прямолинейности – лекальные линейки и щупы.
3. Для контроля отклонений от круглости – калиброванные валы и кольца.
4. Для контроля отклонений от перпендикулярности – угольники.
5. Для контроля углов – угловые меры.
6. Для контроля отклонений формы заданного профиля – шаблоны.
7. Для контроля биения – биениемеры.

Для контроля других отклонений проектируют и изготавливают специальные средства контроля: контрольные приспособления, специальные оправки, пространственные шаблоны и т.п.

Отклонения формы и расположения могут быть проконтролированы косвенными измерениями на основе прямых измерений линейных и угловых размеров, что должно быть описано в карте технологического процесса.

Средства измерения геометрических величин. Средства измерения для количественного контроля применяются в единичном и мелкосерийном производствах для контроля лишь таких отклонений, измерение которых возможно без особых технических трудностей, а также в серийном и массовом производствах для периодического или выборочного контроля параметров низкой точности с относительно большими допусками и предельными отклонениями. Это, например, контроль линейных размеров с допуском по тринадцатому и более грубым квалитетам, угловых размеров с допуском по десятой и более грубым степеням точности, резьб по восьмой и более грубым степе-

ням точности, зубчатых колес по десятой и более грубым степеням точности и т.д. То есть это поверхности, параметры которых не имеют существенного значения для функционирования изделия. Как правило, это свободные поверхности.

При выборе средства измерения необходимо исходить из следующих требований:

- 1) обеспечение требуемой точности и диапазона измерений;
- 2) обеспечение удобства измерения;
- 3) обеспечение производительности измерения.

Обеспечение требуемой точности достигается выбором средства измерения по точности, характеризующейся ценой деления шкалы средства измерения или ценой отсчета по шкале прибора.

Цена деления – значение измеряемой величины, соответствующее одному делению шкалы прибора.

Цена отсчета – наименьшая разность значений измеренной величины, которая надежно может быть определена по шкале средств измерения. Цена отсчета зависит от интервала деления, с увеличением которого цена отсчета уменьшается и возрастает точность измерения. При интервале деления менее одного миллиметра цена отсчета равна цене деления. При интервале деления более одного миллиметра цена отсчета равна половине цены деления. Цены отсчета по шкале следующих средств измерения:

– Штангенциркуль – 0,1 мм, микрометр типа МК – 0,005 мм, индикатор часового типа ИЧ-10 -0,01 мм, индикатор часового типа ИЧ-2 -0,002 мм.

– Микрокаторы, миникалибры выпускаются со шкалами, имеющими различные цены деления в мм: 0,0001; 0,0002; 0,0005; 0,001; 0,002; 0,005; 0,01, которые соответственно обозначаются 01ИГП, 02ИГП, 05ИГП и т.д. и 10ИГП.

– Микрометры инструментальных микроскопов – 0,005 мм.

– Индикатор микрооборотный – 0,001 обозначается 1МИГ, 0,002 – 2 МИГ.

– Нутромеры индикаторные – 0,01 мм со следующими диапазонами измерения 6...10, 10...18, 18...35, 35...50, 50...100, 100...160, 160...250.

– Рычажные микрометры 0,002; 0,005мм.

Выбор средства измерения по точности производится по правилу: цена отсчета по шкале средства измерения не должна превышать четверти допуска на измеряемый размер, т.е. $Ц.О. \leq T/4$. В карте технологического процесса необходимо указать наименование средства контроля и его обозначение или наименование средства измерения, его модель и цену деления.

Разработка технологического процесса. Разработка технологического процесса механической обработки деталей и сборки изделий составляет основу дипломного проекта по специализации «Технология машиностроения», так как на базе выбранного варианта выполняются все элементы проекта цеха.

Основные положения и правила проектирования технологических процессов регламентированы ГОСТ Р 50-54-93-88. Порядок осуществления технологического процесса механической обработки и сборки указывается в технологических картах в соответствии ГОСТ 3.1404- 86.

В мелкосерийном производстве разработку технологического процесса следует вести с учетом группового метода обработки, так как этот метод дает возможность рентабельно применять на универсальном оборудовании высокопроизводительную оснастку, использовать принцип концентрации операций, широко применять станки с ЧПУ и многоцелевые станки. При использовании многоцелевых станков с ЧПУ понятие операции расширяется, количество переходов, выполняемых с одной установки разными инструментами, увеличивается. Поэтому цель операции становится многогранной. В серийном производстве разработку технологических процессов необходимо производить с учетом автоматизации процесса обработки и применения специальных агрегатных станков и станков с ЧПУ. В массовом производстве разработку технологических процессов сле-

дует вести с учетом максимальной автоматизации производственных процессов на базе автоматических линий станков.

При формировании технологической операции для обработки детали на станках с ЧПУ установление последовательности обработки начинают с определения числа установов и позиций заготовки, необходимых для полной обработки.

Первый установ используют в основном для получения единого комплекта технологических баз (ЕКТБ). Однако ЕКТБ желательно получить до обработки на станке с ЧПУ, например на станке с ручным управлением.

Далее операцию строят таким образом, чтобы обеспечить обработку предусмотренных операций поверхностей без смены технологических баз (с одного установа) либо при минимальном числе таких смен. Затем устанавливают последовательность стадий обработки по зонам и требуемые типоразмеры инструмента.

Отдельные элементы (торец, крепёжные отверстия, окна, приливы и т.д.), обрабатываемые в пределах одной или нескольких зон, группируют по однотипности используемого инструмента. Это позволяет выбрать необходимый комплект инструментов, определить вместимость магазина, резцедержателя или револьверной головки, а также обеспечить обработку заготовки за одну операцию. Последовательность обработки в пределах каждой зоны устанавливают исходя из конструкции заготовки. Однако в любом случае необходимо обеспечить максимальную жесткость на каждом участке обработки.

При формировании операций учитывается вид производства, тип оборудования, необходимая степень концентрации переходов при конечном критерии наименьшей себестоимости изготовления, применение средств автоматизации и механизации и т.д.

Технология обработки корпусных деталей сложной формы на многооперационных станках с ЧПУ имеет свои особенности. Обработка, как правило, начинается с фрезерования плоскостей и черновой обработки отверстий, например, контурным фрезерованием. Фрезерование – предпочтительный метод обработки на первом установе,

так как позволяет снимать большие припуски и внутренние напряжения в заготовке. Окончательную обработку для получения точности взаимного расположения поверхностей выполняют в чистовом установе. При повышенных требованиях к точности обработки, превосходящих точностные возможности станка, выполняется получистовая обработка соответствующих поверхностей с припуском под последующую обработку на специализированном оборудовании (координатно-расточных, хонинговальных и других станках). Переходы, связанные с обработкой резьбовых, глубоких, мелкоразмерных отверстий, следует размещать в начале технологического процесса. При нарезании резьбы применяют резьбовые, сверлорезьбовые и другие фрезы различных фирм (Sandvik Coromant, Titex plus, EMUGE, KENNAMETAL HERTEL, VARDEX).

Проектирование технологических процессов обработки сложных корпусных деталей и подготовку УП для 3-осевых и 5-осевых фрезерных станков с ЧПУ рекомендуется вести в среде Power MILL фирмы Delcam. Данный пакет прост в использовании, считается лучшей САМ системой для подготовки УП для 3-осевых и 5-осевых фрезерных станков с ЧПУ. Он поддерживает трехмерные модели, созданные в различных САД системах (CATIA, STL и др.), определяет стратегии обработки, осуществляет подбор режущего инструмента и оснастки, задание припусков, допусков и т.д., выбор подачи, визуализацию траекторий (рис. 2.21).

Power MILL содержит ряд перспективных стратегий для высокоэффективной обработки: высокоэффективная черновая обработка; обработка со сглаживанием (гоночная траектория *race line*); трохoidalная обработка; инновационная чистовая обработка; обработка 3D смещением и другие стратегии.

Визуализация обработки позволяет видеть на экране компьютера последовательность съема материала в процессе обработки, оценить качество обрабатываемой поверхности, дает возможность скорректировать программу для исключения следов инструмента на обрабатываемой поверхности детали до передачи ее на станок.

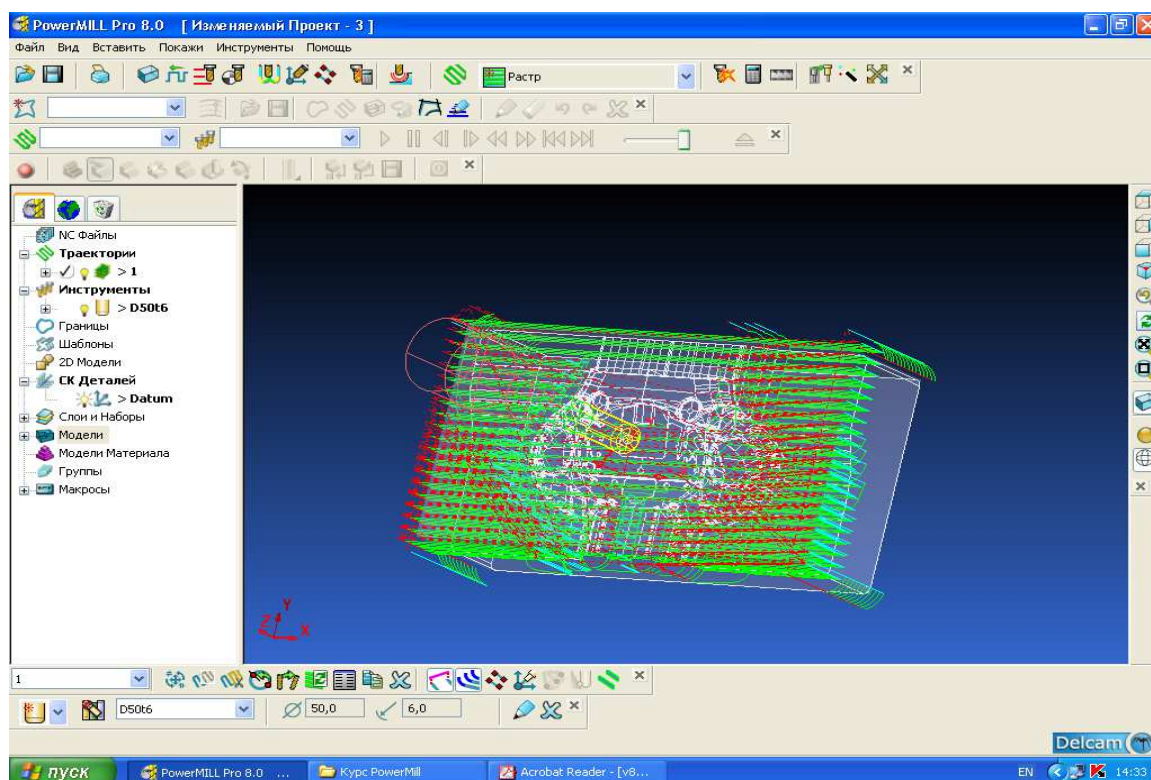


Рис. 2.21. Траектория движения инструмента при обработке в программе Power MILL

Твердотельная симуляция обеспечивает наиболее точную имитацию снятия припуска материала. Возможность вставлять данные по заготовке и приспособлениям в виде твердых тел (солид) из любой САД системы и сохранять обработанные детали после симуляции на любом этапе обработки как твёрдые тела, используемые в последующих процессах обработки или для сравнения с проектируемой деталью, позволяет проверить и выявить технологические отклонения на ранних этапах обработки.

В процессе имитации обработки можно подключить просмотр работы узлов станка, что позволяет исключить столкновения узлов станка с заготовкой или станочным приспособлением за счет мониторинга ошибок и предупреждений сессии.

Используя технологические возможности 5-осевых станков и эффективные алгоритмы расчета траекторий в Power MILL, можно провести высокоскоростную обработку сложных корпусных деталей,

увеличить производительность обработки и повысить точность и качество обработанных поверхностей.

Применение программ Power MILL при разработке технологических процессов обработки сложных корпусных деталей по сравнению с другими конкурирующими системами (Vericut, IMSverify) обеспечивает оптимизацию технологической операции, генерацию карт наладки в формате HTML, которые могут адаптироваться пользователем. Переход от силового резания к высокоскоростному продлевает срок службы станка и инструмента.

Высокоскоростная обработка в настоящее время на станках возможна в варианте 3+2, когда две поворотные оси используются для переориентации режущего инструмента, а три линейных оси задействованы во время обработки, т.к. поворотные оси пока не обеспечивают необходимых подач. Зажатые поворотные оси сохраняют высокую жесткость, следовательно, для обработки можно использовать высокие режимы резания.

При проектировании технологических процессов обработки корпусных деталей можно использовать значительные преимущества обработки 3+2: провести обработку с одной установки, включая обработку отверстий и фрезерование плоскостей под любым углом; для интенсификации режимов резания использовать короткий инструмент; для создания лучших условий резания, интенсификации режимов резания, получения высокого качества поверхности наклонить шаровую фрезу для резания периферийной зоной, торцевую фрезу на несколько градусов при обработке труднообрабатываемых сплавов.

В станках, где поворотные органы станка позиционируют заготовку в нужное положение, исключается создание приспособлений.

Проектируя технологический процесс механической обработки, студент должен разработать не менее двух его вариантов, произвести их экономическую оценку, а затем принять оптимальный вариант.

Распространенным методом экономического обоснования технологических процессов является метод вариантного сопоставления. По этому методу сравнение технологических вариантов ведется без уче-

та и анализа всей номенклатуры затрат, образующих полную заводскую или цеховую себестоимость продукции, оно ограничивается учетом тех затрат, величина которых непосредственно связана с данным технологическим процессом, т.е. той части, которая подвергается изменению в зависимости от сравниваемых вариантов.

Методы экономической оценки технологических вариантов приведены в источниках [12], [43].

Технологические процессы механической обработки деталей в ГПС должны предусматривать:

- максимально возможную концентрацию технологического процесса на основе сокращения числа операций и установок деталей;
- сокращение объема обдирочных и черновых операций за счет улучшения структуры и качества заготовок и повышения объема полустовой, чистой и финишной обработки;
- улучшение структуры действующего парка металлорежущего оборудования за счет широкого внедрения многоцелевых станков, гибких производственных модулей (ГПМ) и робототехнологических комплексов (РТК), оснащенных системами диагностики, унифицированными средствами автоматизации и программирования;
- широкое применение ГПМ и РТК для токарных, фрезерных, сверлильных, круглошлифовальных, резьбошлифовальных и шлифцилиндровальных работ;
- применение многошпиндельной обработки деталей;
- автоматизированное регулирование размерных и геометрических параметров обрабатываемых деталей без пробных проходов инструмента и промеров обрабатываемых поверхностей;
- обеспечение точности выполнения операций, предусматривающих обработку технологических баз, необходимых для последующей обработки деталей в ГПС;
- применение контрольно – измерительных машин для промежуточного и окончательного контроля;

- развитие многостаночного обслуживания в связи с увеличением применения ГПМ и РТК;
- внедрение новых видов лезвийного инструмента из композита, поликристаллического кубического нитрида бора для обработки деталей из закаленных сталей, сплавов цветных металлов, чугуна и деталей с прерывистыми поверхностями;
- применение процесса окончательного фрезерования фрезами, оснащенными пластинами из сверхтвердых материалов, взамен шлифования;
- широкое использование универсально-сборной переналаживаемой оснастки (УСПО) и универсальных приспособлений с постоянными магнитами;
- использование финишной обработки точением, растачиванием и фрезерованием инструментами из сверхтвердых материалов вместо шлифования;
- использование процесса вибрационной обработки для снятия заусенцев и притупления острых кромок на деталях;
- автоматизированный процесс мойки деталей.

Установление режимов резания. В дипломном проекте необходимо применять оптимальные режимы резания с учетом достижений науки и техники. Выбранные режимы резания должны обеспечивать рациональное использование режущих инструментов и станков.

Для двух различных операций обработки деталей, разрабатываемых в проекте, студент должен рассчитать режимы резания аналитически, пользуясь формулами теории резания [13], [56]. Для всех остальных операций и переходов режимы резания назначаются по нормативам с корректировкой на фактические условия работы [11], [30], [31] и [32].

Назначение материала режущей части инструмента. Выбор материала режущей части инструмента является важным фактором, определяющим уровень режима резания.

Применение инструмента, оснащенного пластинками из твердого сплава, по сравнению с инструментами из быстрорежущей стали дает возможность значительно (в 2-3 раза и более) повысить режимы резания. Инструменты с твердосплавными пластинками целесообразно применять для всех видов работ, если нет технологических или каких-либо других ограничений по их применению, к каковым относятся: прерывистая обработка жаропрочных сталей и сплавов, фасонная обработка, обработка отверстий малых диаметров, недостаточная скорость вращения детали или инструмента, недостаточная мощность станка и т.д.

Рекомендации по выбору марок инструментального материала в зависимости от вида, характера и условий обработки и обрабатываемого материала приведены в справочнике [41], [47], [48], [51] и [52].

Выбор глубины резания и числа проходов. Определяется с учетом величины припуска и маршрута обработки (черновая, чистовая обработка). Относительно небольшое влияние глубины резания на стойкость инструмента при точении, строгании и фрезеровании позволяет при черновой обработке назначать, возможно, большую глубину резания, соответствующую припуску на обработку.

Количество проходов свыше одного при черновой обработке следует допускать в исключительных случаях при снятии повышенных припусков и обработке на маломощных станках. При чистовой обработке количество проходов зависит от требуемой шероховатости поверхности и точности обработки, жесткости системы станок - приспособление - инструмент - деталь (СПИД) и погрешностей предшествующей обработки.

Назначение подачи. При черновой обработке величина подачи назначается с учетом размеров обрабатываемой поверхности, жесткости системы СПИД и способа крепления заготовки. Учитывая положительное влияние увеличения подачи на устранение вибрации, возникающей в процессе резания, а также меньшее влияние величины подачи на стойкость, чем влияние скорости резания, следует для сокращения времени обработки назначать возможно большую подачу,

допускаемую прочностью инструмента и механизма подачи и технологическими условиями обработки.

Выбранная для черновой обработки подача проверяется по прочности механизма станка. В отдельных случаях, например, на работах с напряженными режимами резания или при обработке резцами с увеличенными вылетами державки, выбранная подача должна проверяться дополнительно по прочности резца, прогибу детали и т.д. Если выбранная подача не удовлетворяет этим условиям, необходимо установленную по нормативам подачу снизить до величины, которая допускается прочностью механизма станка или прочностью рассматриваемого звена. Определенная расчетом или по нормативам подача должна соответствовать паспортным данным станка.

Определение скорости и мощности резания. После назначения глубины резания и подачи определяется скорость резания. Указанные в нормативах скорости резания приведены для условий, когда применяется централизованная заточка режущего инструмента, т. е. обеспечивается высокое качество заточки. Если после заточки применяется алмазная доводка режущих инструментов, то скорость резания увеличивается в 1,08 раза.

Рассчитанные элементы режимов резания необходимо скорректировать по паспортным данным применяемых станков.

При расчете режимов резания для обработки на многоинструментных станках необходимо применять методики, разработанные для многоинструментной обработки, отличные от методики назначения режимов резания для одноинструментной обработки, а также специальные программы фирм производителей режущего инструмента (Walter, Sandvik Coromant и др.). Эти методики приведены в источниках [30], [31]. Справочные сведения о применении смазочно-охлаждающих жидкостей приведены в указанных выше нормативах по режимам резания.

Расчет технической нормы времени. Техническая норма времени обработки детали является основой для расчета необходимого на выполнение программы количества производственного оборудо-

вания и количества производственных рабочих, для определения производственной заработной платы, для калькуляции себестоимости продукции и для календарного планирования производства.

Норма штучно-калькуляционного времени в серийном производстве складывается из нормы штучного времени и нормы подготовительно-заключительного времени:

$$T_{ш.к.} = T_{шт} + \frac{T_{п.-з}}{n}, \quad (2.33)$$

где n — число деталей в партии.

Норма штучного времени определяется по формуле

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{тех} + T_{орг} + T_{отд}, \quad (2.34)$$

где T_o — основное (машинное) время, мин;

T_v — вспомогательное время, мин;

$T_{тех}$ — время технического обслуживания рабочего места, мин;

$T_{орг}$ — время организационного обслуживания рабочего места, мин;

$T_{отд}$ — время на отдых и естественные надобности, мин.

В массовом производстве подготовительно-заключительное время отсутствует и штучно-калькуляционной нормой является норма штучного времени.

Расчет основного времени производится с учетом применения наиболее производительных для данной обработки режущих инструментов, наивыгоднейших режимов работы оборудования. Формулы для расчета основного времени приведены в источниках [29], [32], [44]. Основное и вспомогательное время рассчитывается на каждый переход.

Время на техническое обслуживание рабочего места, на организационное обслуживание рабочего места, на отдых и естественные надобности устанавливается один раз на операцию. При укрупненном методе нормирования время на организационное и техническое об-

служивание рабочего места, на отдых и естественные надобности определяется суммарно как время на обслуживание рабочего места общим процентом от оперативного времени по нормативам, приведенным в [29]. При выполнении расчетов результаты следует сводить в таблицу технических норм времени по всем операциям [см. 44].

Оформление технологической документации. После разработки технологического процесса на каждую деталь, указанную в задании, заполняются технологические карты механической обработки, на узловую и общую сборку изделия заполняются технологические карты сборочных работ (ГОСТ 3.1118 – 82, 3.1119 – 83 и 3.1121 – 84).

Технологические карты являются описанием технологической операции, их форма установлена ГОСТом 3.1404 – 86.

Нумерация операций производится числами 05, 010, 015 и т.д., переходов — числами натурального ряда 1, 2, 3 и т.д., позиций (при обработке на многопозиционных станках) — римскими цифрами, например, «Позиция I». Установы обозначают буквами русского алфавита А, Б, В, Г и т.д.

Наименование операций выражается названием оборудования, на котором выполняется данная операция (например «Операция токарная»).

В операционной карте (рис. Е.4) под символом О записывается содержание операции (перехода). Запись заполняется по всей длине строки. При необходимости запись переносится на следующую строку.

В содержание операции (перехода) должно быть включено:

- ключевое слово, характеризующее метод обработки, выраженное глаголом в неопределенной форме, например, «точить», «сверлить», «фрезеровать» и т. п.;
- наименование обрабатываемой поверхности, конструктивных элементов или предметов производства, например, «резьба», «фаска», «лыска» и т.п.;
- информация по размерам их условными обозначениями (номерами);
- дополнительная информация, характеризующая количество или последовательность обрабатываемых поверхностей, например, «фрезе-

ровать две лыски одновременно»; «сверлить три отверстия последовательно».

В строку с символом Т записывают информацию о применяемой технологической оснастке на данной операции. Запись выполняется по всей длине строки с переносом при необходимости на следующую строку.

Информацию располагают в следующей последовательности: приспособления; вспомогательный инструмент; режущий инструмент; средства измерения.

Разделение информации по каждому средству технологической оснастки следует выполнять знаком « ; ».

При записи этой строки следует использовать классификаторы и стандарты на кодирование (обозначение) и наименование технологической оснастки, например, «резец 2101 – 0647 Т15К6 ГОСТ 20872 - 80».

В строку с символом Р записывают режимы резания и нормы времени $D, L, t, I, S, n, V, T_o, T_{ш.к.}$, где D – наибольший размер, по которому рассчитывается скорость резания (диаметр обрабатываемой поверхности или инструмента); L – расчетная длина, включающая длину резания и величину перебега; t – глубина резания; I – число рабочих ходов; S – подача (на один оборот детали или на один зуб); n – частота вращения детали или инструмента; V – скорость резания, T_o – основное время, $T_{ш.к.}$ – штучно – калькуляционное время. Расчетные размеры обрабатываемых поверхностей указываются до обработки на данной операции с учетом припусков на обработку, пути врезания и перебега. Элементы режимов резания должны быть скорректированы по паспорту станка. Время обработки определяется методом технического нормирования на основе расчета или по нормативам.

Карта эскизов выполняется по форме 7 и 7А ГОСТ 3.1105-84. Эскиз обрабатываемой детали выполняется в произвольном масштабе. Деталь изображается в рабочем положении. Обрабатываемые поверхности на эскизе следует выделять линиями толщиной $3S$. Изображение детали на эскизе должно содержать размеры обрабатываемых поверх-

ностей, обозначения шероховатости обрабатываемых поверхностей, обозначения баз, опор и зажимов.

На эскизах все размеры обрабатываемых поверхностей или сами поверхности (в зависимости от принятой формы записи переходов) нумеруются арабскими цифрами. Номер размера или поверхности просят в окружности диаметром 6...8 мм. Эскизы обрабатываемой детали выполняются отдельно для всех установок или позиций, выполняемых на данной операции. При этом над эскизом делается запись «Установ А» или «Позиция I ». На одном листе карты эскизов допускается размещать несколько эскизов, относящихся к данной операции. Примеры оформления карт эскизов приведены в приложении Е (рис.Е.5 – рис. Е.8).

Контрольная операция является заключительной в разработанном технологическом процессе. Ее содержание оформляется по формам 1 и 1а ГОСТ 3.1502 – 86. Вместе с картой контроля оформляется карта эскизов по форме 7а ГОСТ 3.1105 – 84. Карта эскизов должна содержать эскиз контролируемой детали. На эскизе указываются размеры с предельными отклонениями, шероховатость поверхностей, допуск формы и взаимного расположения поверхностей, технические требования к детали, для зубчатых и шлицевых соединений таблицы, в которых указаны требования к точности детали, измерительные базы.

Если обработка детали на станках с ЧПУ является только частью технологического процесса, то для оформления документации в технологическом процессе должны быть представлены:

- операционная карта (ОК) по формам 2 или 3 с продолжением по форме 2а;
- карта наладки (КН/П) по формам 4 и 4а ГОСТ 3.1404 – 86;
- карта эскиза (КЭ) по форме 7а ГОСТ 3.1105 – 84;
- карта кодирования информации (ККИ) по форме 5 ГОСТ 3.1404 – 86.

Карты механической обработки заполняются на все операции, в том числе слесарные, контрольные, термические и т.п.

Наладки технологические. На каждую деталь, предусмотренную в задании на подробную разработку технологического процесса, студент должен выполнить наладки технологические на отдельных листах стандартного формата. Масштаб вычерчивания наладок произвольный, но для данной детали для всех операций и переходов должен быть одинаковым.

Чертежами наладок иллюстрируются операции технологического процесса, позволяющие составить ясное представление о всем технологическом процессе в целом. В обязательном порядке должны быть представлены операции, на которых производится обработка основных поверхностей. Это, как правило, операции, где установка деталей производится по черновым базам. Далее должны быть показаны все или большинство характерных операций технологического процесса. Технологическая наладка должна относиться к одной операции и содержать полную и точную информацию о всех установках, позициях и переходах, входящих в ее состав.

На чертеже технологической наладки, как правило, изображаются: приспособление, обрабатываемая деталь, режущий инструмент и элементы крепления режущего инструмента. Деталь на эскизе вычерчивается в том положении, которое она занимает при обработке. Количество изображений, видов, разрезов, сечений должно быть достаточным для четкого представления о форме, размерных связях обрабатываемых поверхностей с другими поверхностями детали, а также о принципе действия и конструктивной схеме приспособления. Обработанные поверхности должны поддаваться идентификации. В связи с тем, что дипломный проект подлежит публичной защите, наилучшим способом обеспечения идентификации является изображение линий обработанной поверхности ярким отличным от цвета основных линий, например, красным цветом, необработанные поверхности - синим цветом или толщиной линии равной $3 S$ при использовании ЭВМ. Технологические наладки располагаются на листе в порядке последовательности операций. Наладки повторяющихся операций

(например, черновая, чистовая обточка и т.п.), а также операций второстепенного характера не вычерчиваются.

Если операция состоит из нескольких переходов, то над каждым эскизом перехода ставится его порядковый номер.

На чертежах наладок показываются также циклы работы агрегатных головок, суппортов, схемы расположения позиций на станках (для токарных многошпиндельных автоматов и полуавтоматов).

На каждом эскизе обработки указываются операционные размеры с допусками, в том числе размеры от баз, параметры шероховатости обрабатываемых поверхностей, направление движения инструментов и деталей стрелками с буквенными обозначениями (D_v – главное движение резания, D_s – движение подачи, D_r – вспомогательное движение). На чертежах наладок проставляются настроечные размеры. Если на данной операции применяется автоматический контроль размеров поверхностей деталей, то на наладке достаточно подробно должен быть показан измерительный инструмент, элементы автоподналадки и т.д.

В случае, когда при выполнении данной операции предусмотрена автоматическая загрузка станка, то на технологической наладке необходимо показать и элементы загрузочного устройства.

Режущий инструмент необходимо изображать в конце обработки. Если это невозможно или нецелесообразно, то необходимо конечную точку режущего инструмента обозначить на заготовке и вынести ее из поля изображения обрабатываемой заготовки. Для каждого инструмента вне поля изображения обрабатываемой заготовки необходимо указать траекторию его перемещения при обработке от исходной позиции до возвращения его в эту позицию. Для осевых инструментов: сверл, зенкеров, разверток, метчиков необходимо указать траекторию движения от исходной позиции в позицию обработки и возвращения в исходную позицию, конечное положение осевого инструмента при обработке в данной позиции следует изобразить с помощью выноски. В траектории режущего инструмента для станков с ЧПУ необходимо выделить расчетные точки и их координаты. Если

на данной операции одна поверхность детали обрабатывается последовательно несколькими режущими инструментами (например, сверление отверстия и нарезание резьбы метчиком), то сама поверхность показывается полностью обработанной, а рядом изображаются инструменты, которые нумеруются, в той последовательности, в которой они применяются, начиная с номера первого инструмента. Вспомогательный инструмент (специальные оправки, удлинители, быстросъемные, плавающие и другие патроны, направляющие борштанг) необходимо показывать в разрезе.

Державки, служащие для крепления резцов и другого инструмента (особенно для случаев многоинструментной обработки), также должны показаны подробно: необходимо показать элементы державок, которые служат как для крепления инструмента, так и для регулировки положения его относительно базовых элементов станка или приспособления.

Приспособление на технологической наладке, как правило, показывается в одной проекции, но так, чтобы она давала наглядное представление о базировании детали, ее закреплении, а также о конструкции самого приспособления. Кроме того, должны быть показаны устройства, служащие для направления режущего инструмента (кондукторные втулки, направляющие втулки), устройства, служащие для базирования и фиксации навесных кондукторных плит относительно приспособлений, люнеты и т.д.

Кондукторные втулки, опорные пластины, постоянные опоры, установочные пальцы и другие элементы приспособления, служащие для базирования и закрепления обрабатываемой заготовки, должны изображаться в соответствии со стандартами.

На чертежах наладок фрезерных операций показываются габариты и установки, проставляются размеры, связывающие базовые поверхности приспособления с рабочими поверхностями установов и габаритов, а также размеры установочных щупов.

Для инструментов, обеспечивающих точное получение торцовых поверхностей (подрезание, цекование, зенкерование торцов, протачи-

вание канавок и т.д.), указывают настроечные размеры, определяющие положение режущей кромки, формирующей торцовую плоскость, с базовой поверхностью приспособления.

На чертежах наладок указывается толщина кондукторной плиты, высота кондукторных втулок, зазор между кондукторной плитой или торцами кондукторных втулок и поверхностью обрабатываемой детали. Все выше перечисленные размеры назначаются в соответствии с нормативами и рекомендациями, приводимыми в стандартах на режущий и вспомогательный инструмент и т.д.

При иллюстрации чертежами наладок операций, выполняемых на одинаковых приспособлениях, допускается такое приспособление показывать на наладках только один раз.

На чертежах наладок операций, выполняемых на станках с ЧПУ, установку заготовки в приспособление достаточно привести один раз на первом переходе или первых переходах. Причем допускается на этом эскизе проставить шероховатость обработанных поверхностей, все необходимые размеры с предельными отклонениями, получаемые на данной операции, допуски формы и взаимного расположения поверхностей, если они обеспечиваются на данной операции, настроечные размеры.

Если одной проекции недостаточно для четкого объяснения работы приспособления или базирования детали, то необходимо дать вторую проекцию.

Для токарно-револьверных автоматов, токарно-револьверных и карусельных станков вычерчивается схема наладки револьверной головки и поперечных суппортов. Если операции выполняются на агрегатных, многошпиндельных и других подобных станках, то операционные эскизы выполняются для всех позиций без исключения. Приспособление в этом случае вычерчивается один раз в загрузочной позиции. На листе технологической наладки в этом случае необходимо показать схему цикла работы станка или расположения рабочих позиций.

Для отображения эскизов высокоскоростной обработки корпусных деталей на 3-осевых -5-осевых фрезерных станках рекомендуется использовать скриншоты из программы Power Mill (рис. 2.22).

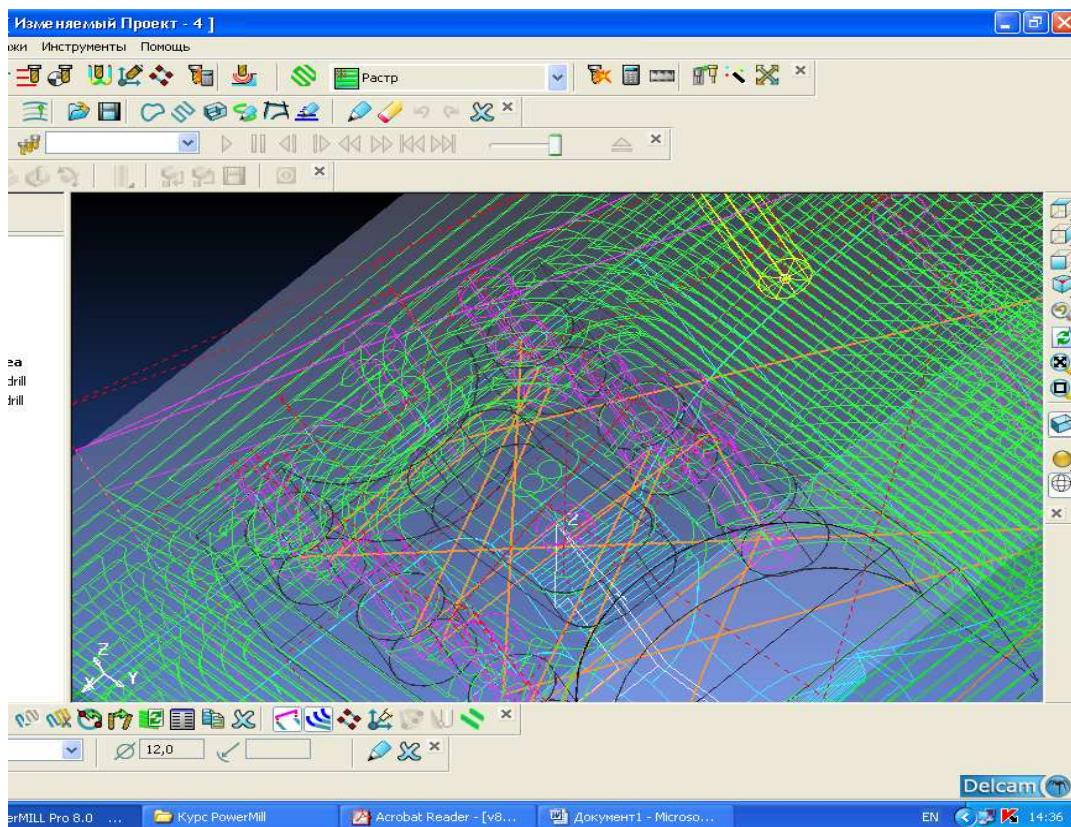


Рис. 2.22. Использование скриншота из программы Power Mill для отображения операционных эскизов

В зависимости от количества переходов и инструментов технологическая наладка может быть изображена на одном или нескольких листах. В последнем случае вся письменная информация, необходимая для выполнения операции, помещается сверху от основной подписи-штампа в один или два столбца на первом листе. Второй столбец помещается слева от первого над штампом.

Над штампом сверху вниз помещают информацию в строках:

- номер и наименование операции, например, Операция 010. Токарная с ЧПУ;
- наименование и модель оборудования;
- наименование и обозначение (если имеется) приспособления;

– номера режущих инструментов в соответствии с обозначением в наладке, их наименование и параметры: размер, марку материала режущей части, обозначение по ГОСТ (допускается не указывать).

В левом нижнем углу листа в таблице указывается режим резания: глубина, подача, скорость, частота вращения шпинделя, основное и штучное время обработки (см. таблицу 2.3).

Таблица 2.3

Таблица режимов резания

Установ	№. перехода	№ инстру.	t , мм	S_o , мм	S_m , мм/мин	n , об/мин	V , м/с	T_o , мин	$T_{шт}$, мин.

При оформлении первого листа технологической наладки целесообразно в самом начале оформления оставить поле над штампом, прочертив тонкую линию-границу, за которой не следует помещать графические изображения.

При вычерчивании наладки операции, выполняемой на многоинструментном станке, данные по режимам резания указываются также в таблице, но для каждого инструмента в отдельности; в этом случае нумеруются все режущие инструменты и эти номера указываются в таблице соответствующих режимов резания.

Примеры выполнения технологических наладок приведены на рис. 2.23 - 2.28.

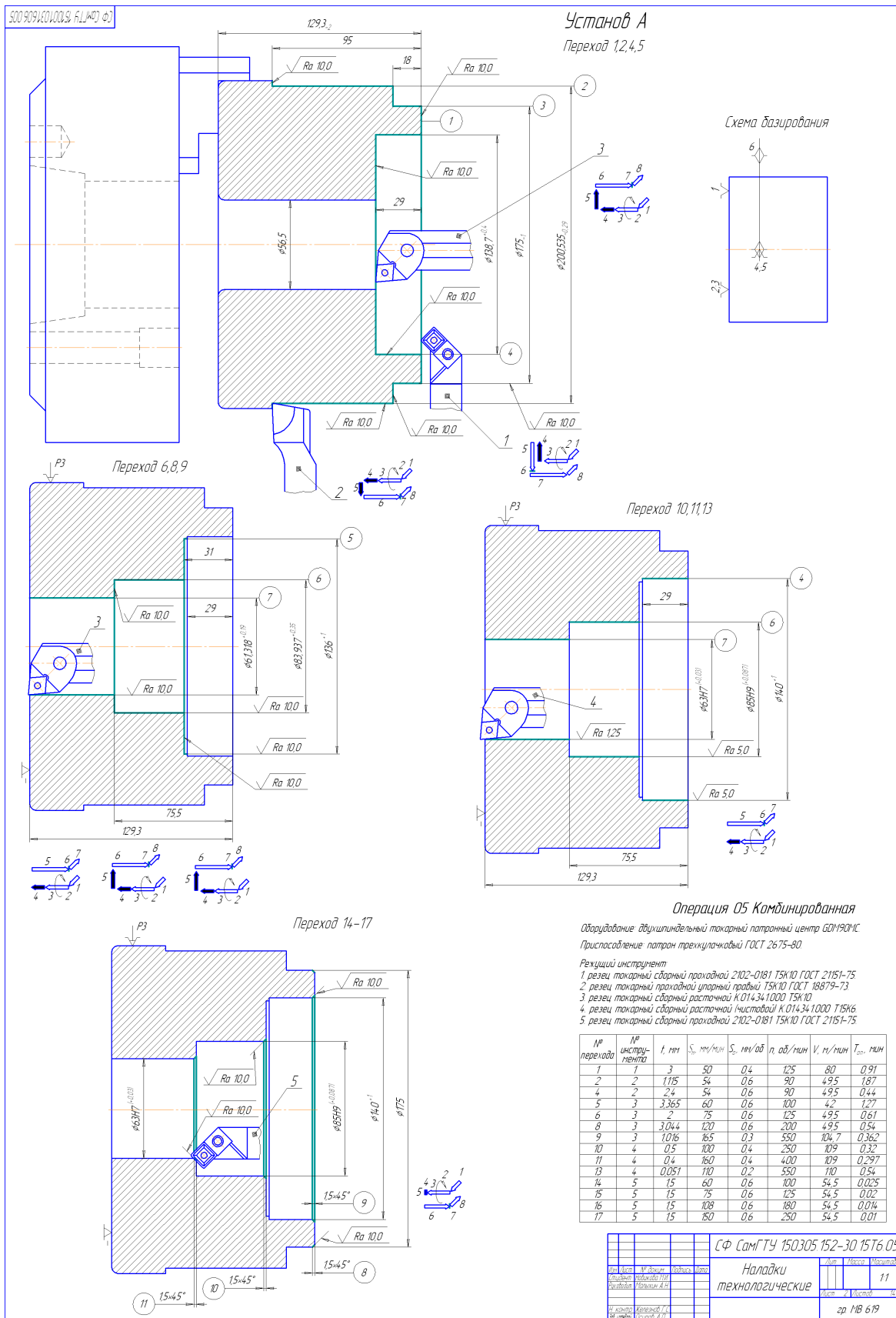
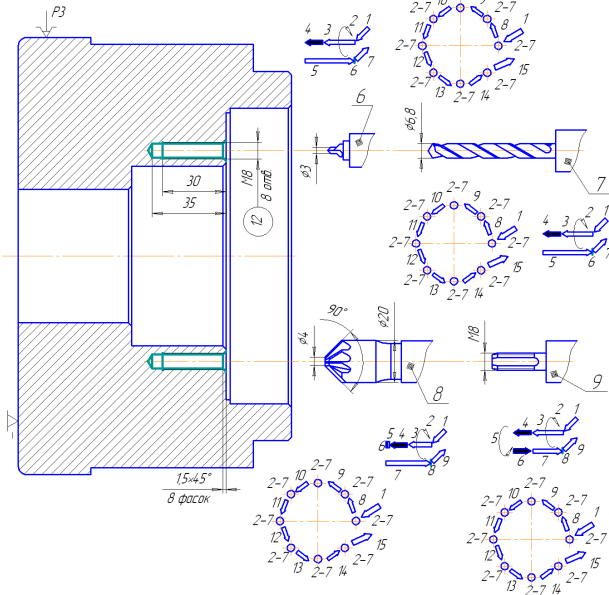
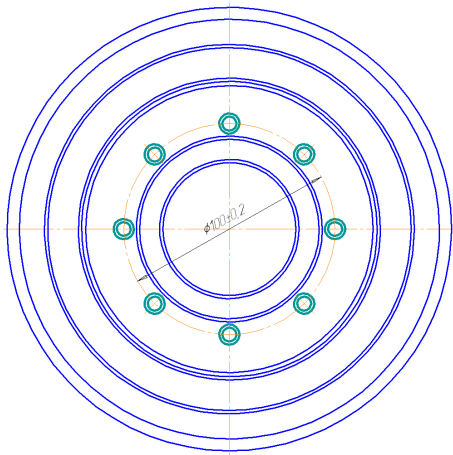


Рис.2.23. Образец выполнения наладки технологической комбинированной операции

Переход 18-49



Установ Б
Переход 50, 51, 53

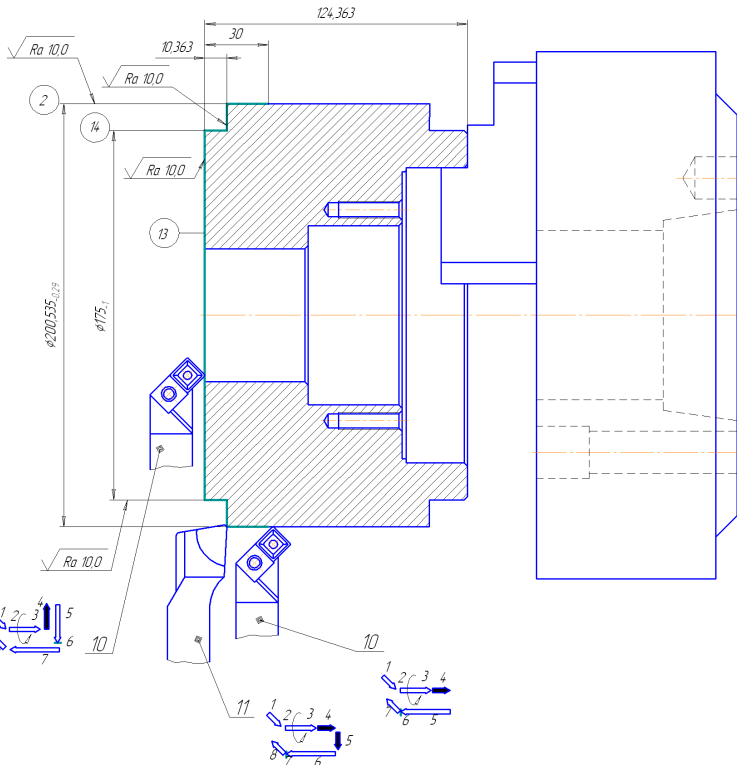
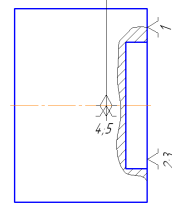


Схема базирования



Операция 05 Комбинированная
(продолжение)

Оборудование: двухшпиндельный токарный патронный центр GOMYRONIC
Приспособление: патрон трехшпандный ГОСТ 2675-80

Режущий инструмент:
6. сверло центробачное 035-2317-0101 $\phi 3$ P6M5 (по ОСТ 21120-5-80)
7. сверло 035-2300-1242 $\phi 6,8$ P6M5 (по ОСТ 142С-1-80)
8. зенковка 2353-0134 $\phi 20$ P6M5 ГОСТ 14953-80
9. метчик 035-2620-0503 M8x1,25 P6M5
10. резец токарный сварной проходной 2102-0182 TSK10 ГОСТ 2181-75
11. резец токарный проходной упорный левый TSK10 ГОСТ 18879-73

№ передела	№ инстру-мента	t, мм	S _п , мм/мин	S _р , мм/об	n, об/мин	V, м/мин	T _{оп} , мин
18-25	6	15	30	0,03	1000	15,8	0,3
26-33	7	34	99,4	0,14	710	16,6	0,38
34-41	8	15	42,6	0,06	710	15,8	0,035
42-49	9	P мм	355	10	355	8,9	0,177
50	10	3	50	0,4	125	80	157
51	11	115	54	0,6	90	49,5	0,67
53	10	24	54	0,6	90	49,5	0,3

СФ СамГТЧ 150305 152-30 15Т606			
№ п/п	№ докум.	Исполн.	Дата
Наладки технологические			11
И.контр.	Календарь Г.С.	Исполн. А.П.	стр. 11 из 11
			зр. ИВ 619

Рис. 2.24. Образец выполнения наладки технологической комбинированной операции (продолжение)

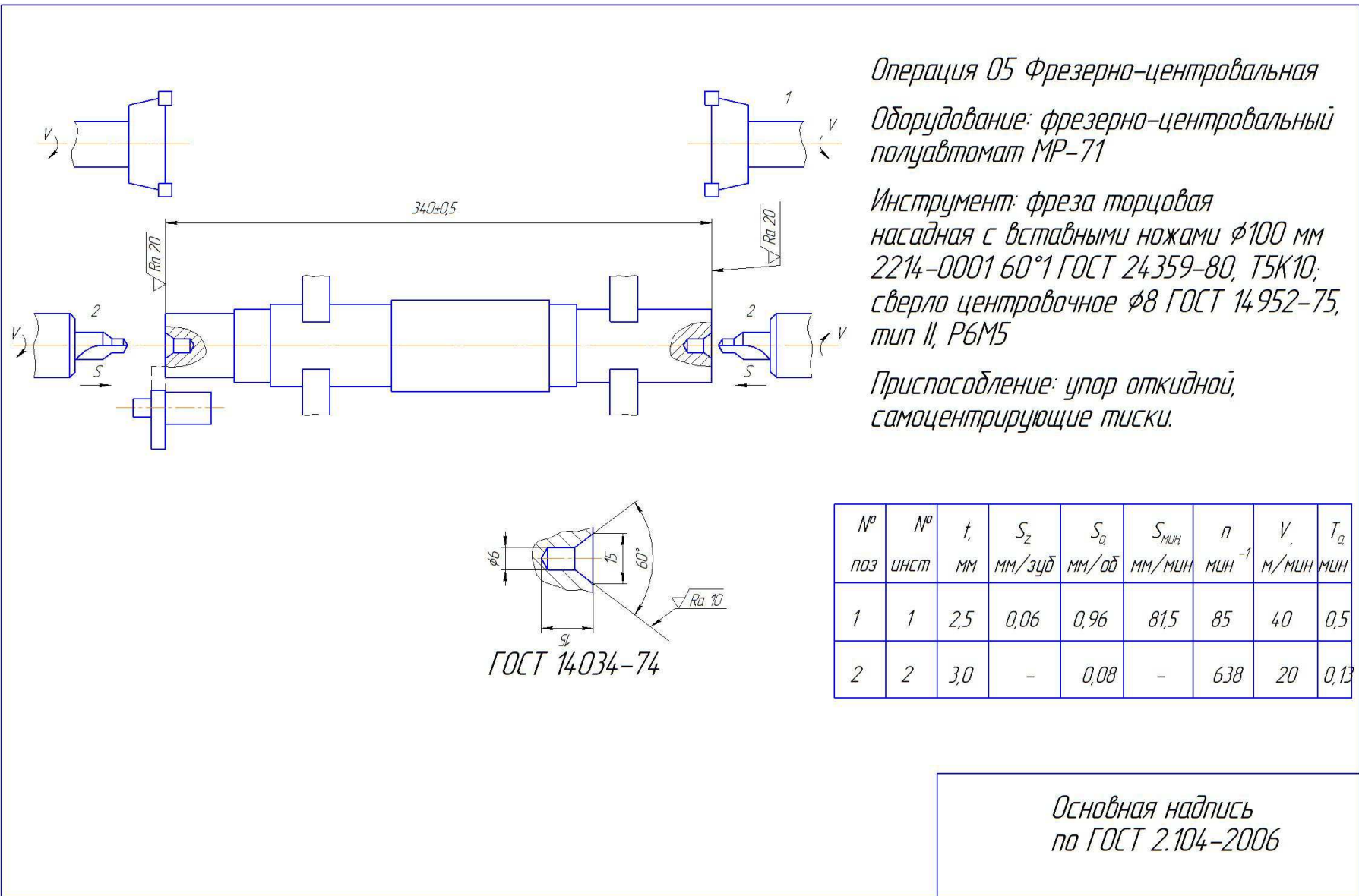
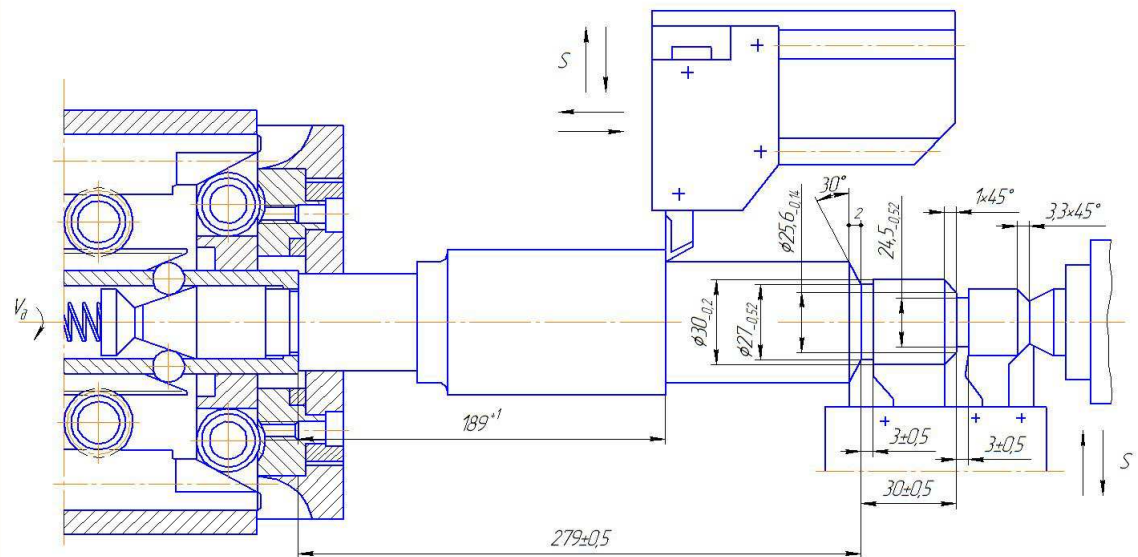


Рис. 2.25 Образец выполнения наладки технологической фрезерно – центровальной операции



Операция 010 Токарная
 Оборудование: токарно-
 копировальный полуавтомат 1712

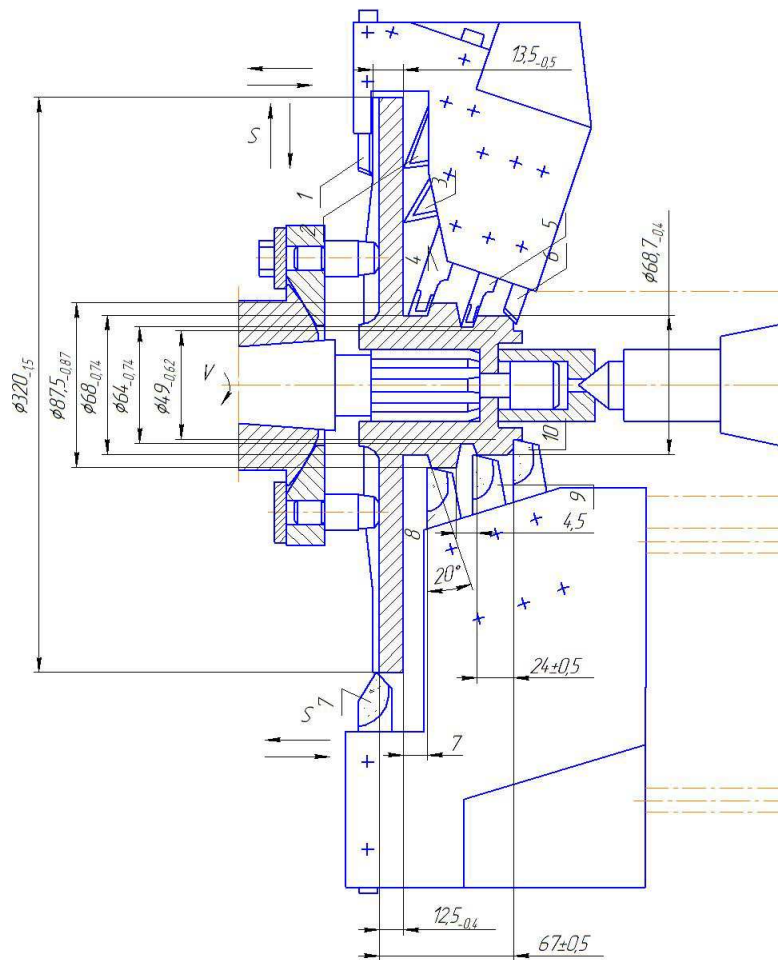
Инструмент:
 резец проходной 2102-0105
 ГОСТ 18877-73, Т15К6
 резец канавочный b=3,3 2126-7099
 ГОСТ 18877-73, Т15К6
 резец фасонный, Т15К6

Приспособление:
 поводковый патрон, центры

		t , мм	S , мм/об	n_d , мин ⁻¹	V , м/мин	T_d , мин
Суппорт	Верхний	1,7-2	0,25	1025	90-135	0,65
	Нижний	3	0,05	1025	82,5-97	-

Основная надпись
 по ГОСТ 2.104-2006

Рис. 2.26 Образец выполнения наладки технологической токарной операции



Операция 020 Токарная

Оборудование: многолезцовый
полуавтомат 1730

Инструмент:

резец проходной 2103-0007

ГОСТ 18879-73, Т15К6

резец подрезной 2112-0035

ГОСТ 18871-73, Т15К6

резец фасонный, Т15К6

резец проходной 2100-0253

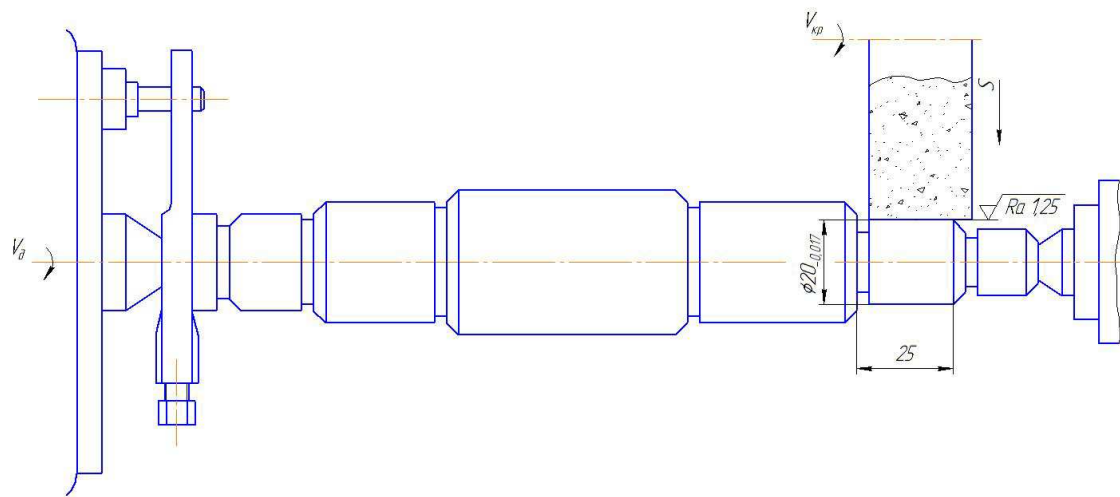
Гост 18878-73, Т15К6

Приспособление: шлицевая оправка,
центр

№	t, мм	S, мм/об	n_d об/мин	V, м/мин	T_d мин
1	1,5			70,3	
2	1,5			70,3	
3	1,5	0,5		70,3	
4	7			70,3	
5	3		69	70,3	1,59
6	2,5			70,3	
7	2			70,3	
8	2	0,5		70,3	
9	1,5			70,3	
10	2			70,3	

Основная надпись
по ГОСТ 2.104-2006

Рис. 2.27 Образец выполнения наладки технологической токарной операции



Операция 040 Шлифовальная

Оборудование: круглошлифовальный станок 3151

Инструмент: шлифовальный круг
 ПП750х40х605 24А40СМК,
 35 м/с, 1кл А ГОСТ 2424-83

Приспособление: поводковый хомутик, центры

t мм	S мм/об	n_d мин ⁻¹	$V_{кр}$ м/с	V_d м/с	T_d мин
0,17	0,004	300	35	25	0,13

Основная надпись
 по ГОСТ 2.104-2006

Рис. 2.28 Образец выполнения наладки технологической шлифовальной операции

Проектирование инструментальной наладки. В рамках графической части дипломного проекта после технологических наладок необходимо сформировать инструментальную наладку (приложение Ж). Инструментальная наладка – набор инструментов, настроенных и сформированных в определённом порядке на заданную деталиеоперацию [24]. Инструментальная наладка относится к конструкторской документации и может быть изображена на нескольких листах.

Общий порядок формирования каждого листа инструментальной наладки выглядит следующим образом. В нижней части листа изображают эскизы режущих инструментов, от которых проводят линии связи с вспомогательными инструментами и рабочим органом станка (держателем). Держатель инструментов (суппорт, шпиндель, револьверная головка) изображают в верхней части листа. Вспомогательные инструменты 1-го порядка и режущие инструменты рекомендуется располагать на одном горизонтальном уровне.

Рекомендуется выполнять эскизы инструментов в одинаковом масштабе, который указывают в основной надписи. Если масштаб эскиза отличается от основного, необходимо указать его над этим эскизом.

Под каждым эскизом необходимо указать код инструмента из каталогов производителя и его количество в накопителе. Для сборного режущего инструмента необходимо отдельно указывать коды режущих пластин (головок) и коды корпусов (державок).

Общая схема крепления инструмента на станке представлена на рис. 2.29. Согласно представленной схеме режущий инструмент присоединяется к держателю (суппорту, шпинделю, револьверной головке) напрямую или с помощью вспомогательных инструментов (оправок, патронов, переходников и т.д.). Форма посадок 1-го порядка определяется выбранным станком и указывается в его технических характеристиках. Формы посадок n -го порядка ($n > 1$) определяются многими факторами, зачастую инженер имеет возможность их выбирать. Рассмотрим некоторые из них более подробно.

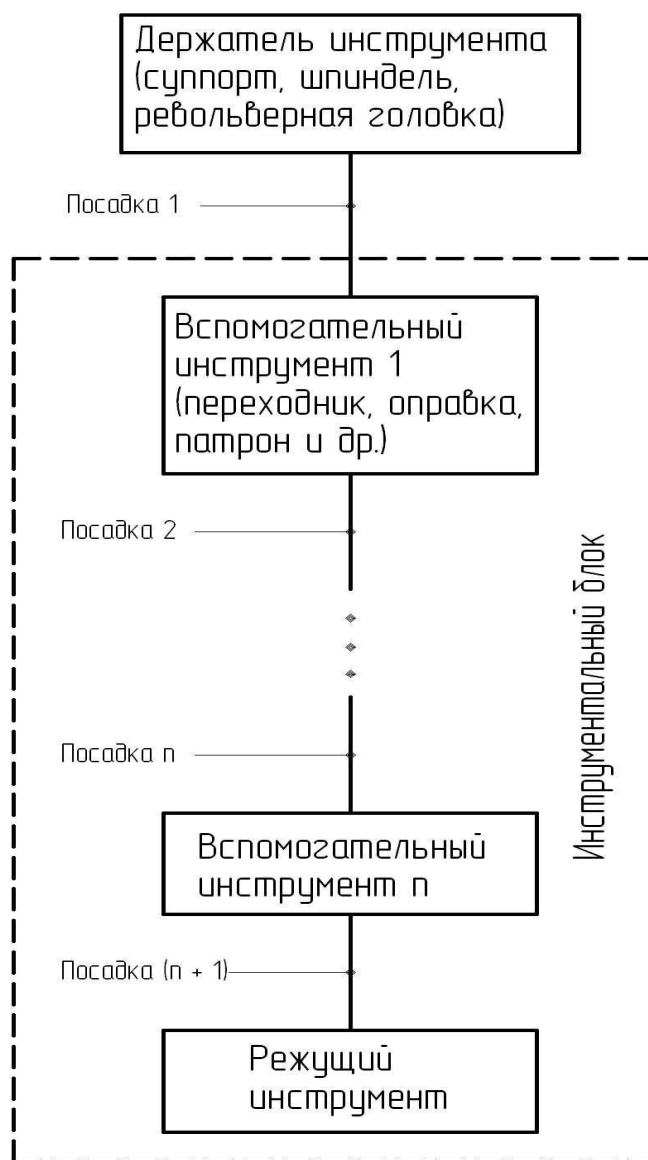


Рис. 2.29. Общая схема закрепления инструмента на станке

Стержневые державки

Стержневая державка является крепёжной частью резца и выполняется в виде стержня круглого, прямоугольного или квадратного сечений (рис.2.30). Круглое сечение имеют державки расточных резцов для исключения возможности контакта и затирания поверхности обработанного отверстия.

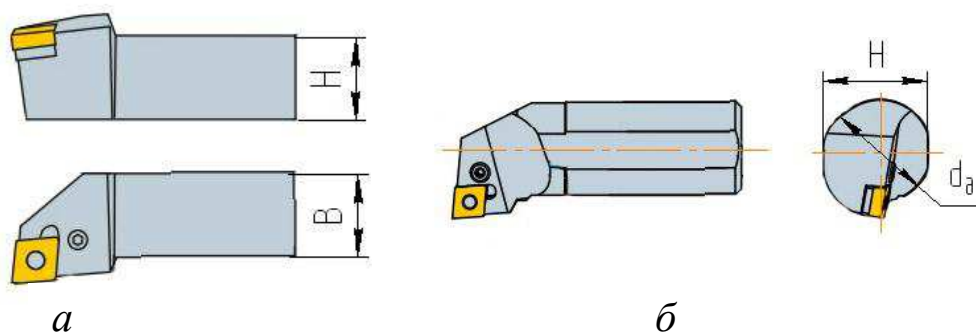


Рис. 2.30. Державка резца для наружной (а) и внутренней (б) обработки

Размеры державок унифицированы. Минимальные размеры державок можно определить через площадь поперечного сечения срезаемого слоя (таблица 2.4), которая при продольном точении и растачивании определяется по формуле:

$$F = \sigma t \cdot S_0, \quad (2.35)$$

где t – глубина резания, мм; S_0 – подача на оборот, мм/об.

При растачивании диаметр круглого сечения державки d_d необходимо выбирать с учётом диаметра растачиваемого отверстия d_0 : $d_d = (0,5 \dots 0,8) \cdot d_0$.

Таблица 2.4

Определение поперечного сечения державки резца в зависимости от сечения стружки

Форма сечения державки	Обозначение размеров	Сечение срезаемого слоя F , мм ²						
		1,5	2,5	4	6	9	12	10 – 25
		Поперечные размеры державки резца, мм						
Прямоугольная	В×Н	10×1	12×2	16×2	20×3	25×4	30×4	40×6
		6	0	5	0	0	5	0
Квадратная	В = Н	12	16	20	25	30	40	50

Максимально возможные размеры державки ограничиваются размерами посадочных поверхностей держателя инструмента на станке, которые указываются в его технических характеристиках. Всегда рекомендуется выбирать державку максимально возможных размеров, поскольку она обладает максимальной жёсткостью и прочностью. При этом необходимо учитывать ограничения, накладываемые геометрией обрабатываемой поверхности, возможностями станка и другими причинами.

Цилиндрические посадки

Достоинством цилиндрических посадок является простота конструкции. Существуют гладкие цилиндрические посадки и с поводковыми элементами. Гладкие посадки являются посадками с натягом: инструмент удерживается за счёт сил трения, возникающих между цилиндрическим хвостовиком и отверстием. При этом обеспечивается их соосность.

В случае цилиндрических посадок с зазором для закрепления инструмента необходимо наличие поводковых элементов (шпоночных пазов, лысок и др.). Цилиндрические посадки с поводковыми элементами. Наличие зазора вызывает смещение оси цилиндрического хвостовика относительно оси отверстия, что приводит к уменьшению стойкости инструмента и снижению качества обработанной поверхности.

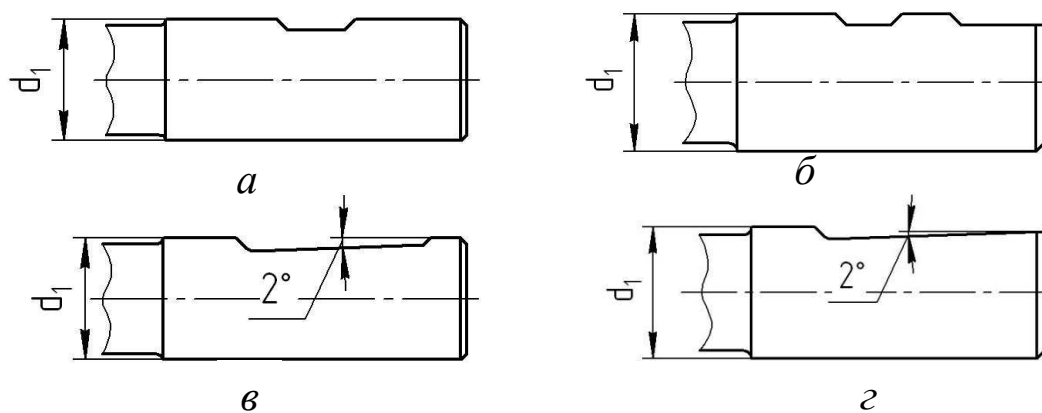


Рис. 2.31. Различные типы цилиндрических хвостовиков
а – Weldon ($d_1 = 6...20$ мм); *б* – Weldon ($d_1 = 25...32$ мм);
в – Whistle Notch ($d_1 = 6...20$ мм); *г* – Whistle Notch ($d_1 = 25...32$ мм)

Конусы Морзе и метрические конусы

Серийное производство конических хвостовиков Морзе началось во второй половине XIX века. Существует семь конусов Морзе с номерами от 0 до 6, имеющие диаметр от 9 до 63 мм (рис. 2.32). Помимо них существует два конуса диаметром 4 и 6 мм и пять конусов диаметром от 80 до 200 мм, которые получили название метрических. Угол при вершине указанных конусов составляет $2 \cdot \alpha = 2^\circ 50'$, что соответствует конусности 1:20. В РФ размеры соответствующих хвостовиков регламентирует ГОСТ Р 25557–2006.

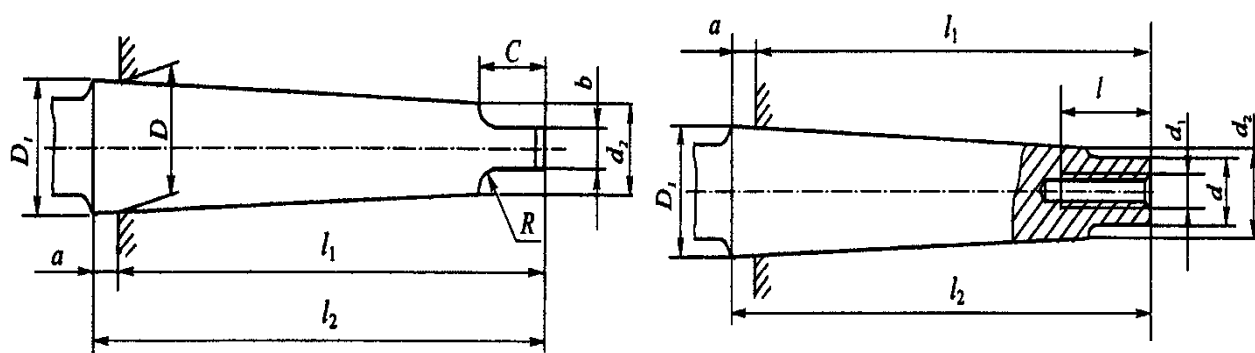


Рис. 2.32. Различные типы хвостовиков с конусом Морзе

Достоинством указанных конусов является возможность передачи инструменту крутящего момента за счёт сил трения, возникающих на поверхностях контакта конуса с гнездом. К недостаткам можно отнести самозаклинивание конуса в шпинделе, большая длина, сложность автоматической замены инструмента в шпинделе. Эти недостатки затрудняют использование указанных конусов на современных станках с ЧПУ.

Конус 7:24

Конусы 7:24 (угол при вершине $2 \cdot \alpha = 16^\circ 35'$) получили широкое распространение на станках с ЧПУ. Они обеспечивают хорошее центрирование, но не являются самотормозящими: для передачи крутящего момента используют шпоночное соединение. Благодаря этому на станке с ЧПУ возможна автоматическая смена инструментов.

Крепление конического хвостовика инструмента осуществляется путём его затяжки внутрь шпинделя одним из двух способов: 1) с помощью центрального болта (штревеля) внутри шпинделя, который входит в контакт с резьбовым отверстием в конце хвостовика (рис. 2.33); 2) с помощью специального захвата за цилиндрическую выточку на конце хвостовика.

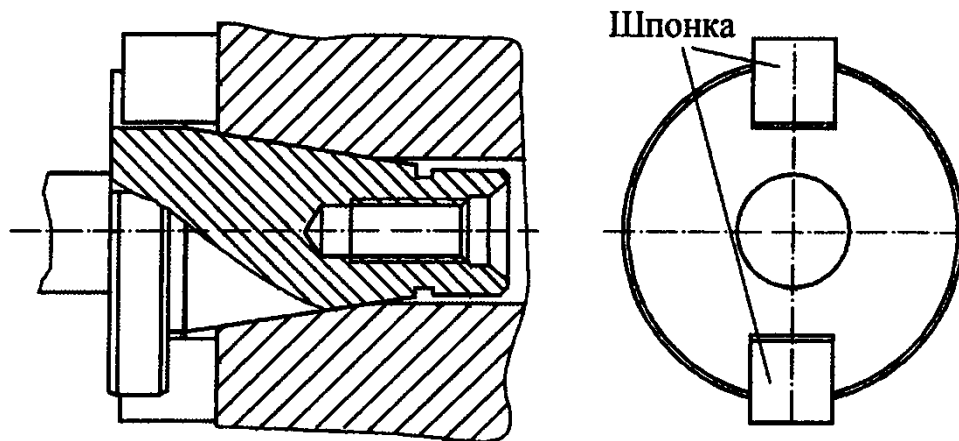


Рис. 2.33. Хвостовик с конусом 7:24 по DIN 2080

Стандартная конструкция по DIN 2080 применяется на фрезерных и расточных станках с ручной сменой инструмента. Для станков с автоматической сменой инструмента используют хвостовики по ГОСТ 25827–93.

За рубежом существует ряд национальных и международных стандартов на хвостовики 7:24, которые отличаются базовой размерностью (дюймовая или метрическая), конструктивными элементами (захваты, фланцы, штревели, каналы подачи СОЖ и т.п.) и обозначениями. Указанные типы хвостовиков не всегда взаимозаменяемы. Конкретный тип хвостовика для соединения инструмента со станком указывается в его технических характеристиках.

Разновидностью конических посадок 7:24 являются посадки BIG-PLUS (рис. 2.34). При их использовании обеспечивается одновременный контакт по конической поверхности и торцу шпинделя. Это уве-

личивает жёсткость крепления инструмента и уменьшает его радиальные биения.

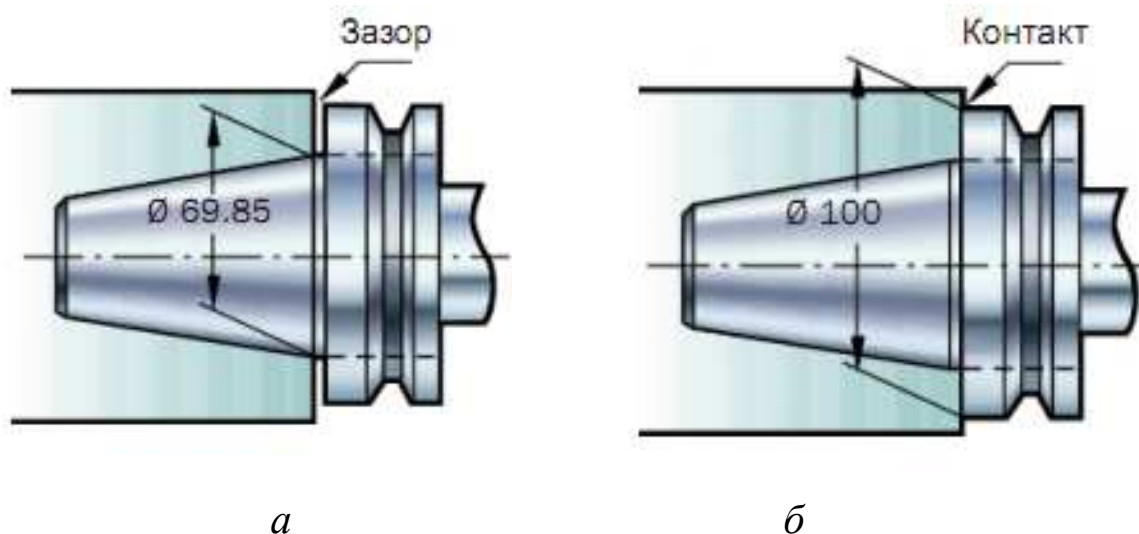


Рис. 2.34. Разновидности посадок 7:24
а – классическая; б – BIG PLUS

Конусы HSK

На современных станках с ЧПУ широкое распространение получили конусы HSK (Hohl Schafte Kegel - полый конический хвостовик). Они обеспечивают надежное базирование и закрепление режущих инструментов при высоких скоростях обработки (с частотами вращения более 8000 об/мин). В отличие от посадок 7:24 они имеют значительно меньшие габариты (рис. 2.35, а). Конусность посадки HSK – 1:10 ($2 \cdot \alpha = 5^\circ 40'$). Передача крутящего момента осуществляется за счёт поперечного шпоночного соединения. Конус HSK имеет несколько разновидностей, обозначаемых буквами А, В, С, D, Е, F, которые отличаются размерами приводных и захватных пазов, расположением отверстий для СОЖ, а также площадью торца фланца. Размер конуса обозначается диаметром фланца в мм (от 25 до 160 мм). Например, HSK-A63. В РФ размеры хвостовиков HSK типа А и С регламентирует ГОСТ Р 51547–2000.

Достоинства HSK соединений: возможность автоматической смены инструмента, устанавливая в шпиндель токарные резцы, высокая точность позиционирования режущей кромки, высокая жёсткость.

Посадка Capto

Посадка Capto была представлена шведской фирмой Sandvik Coromant в 1991 г. Она основана на профильном соединении по трёхгранной поверхности с уклоном под углом $\alpha = 1^\circ 15'$ и торцу шпинделя (рис. 2.35, б). Закрепление инструмента осуществляется с усилием порядка нескольких тонн. В настоящее время существует семь хвостовиков Capto с диаметром фланца от 32 до 100 мм, обозначаемые соответственно от C3 до C10. Размеры хвостовиков Capto регламентирует международный стандарт ISO 26623-1:2014.

Посадка Capto характеризуется равномерным распределением контактных напряжений на поверхности хвостовика, что повышает жёсткость закрепления инструмента и снижает риск возникновения вибраций по время обработки.



а



б

Рис. 2.35. Хвостовики HSK (*а*) и Capto (*б*)

Точность позиционирования вершины резца при повторной установке в шпинделе составляет ± 2 мкм, что обеспечивает высокую точность обработки и избавляет от необходимости настройки инструмента перед обработкой. К недостаткам посадок Capto можно отнести их относительно высокую стоимость, что связано с трудоёмкостью изготовления соединяемых поверхностей.

Технологические расчеты. Основой технологических расчетов для разработки проекта цеха служат технические нормы времени на обработку и сборку изделия (трудоемкость изделия) и годовая программа выпуска изделий.

Технологическими расчетами определяется количество необходимого производственного оборудования и его состав; численность и состав работающих; потребность материально-технических ресурсов; потребность инструмента и технологической оснастки; площадь цеха.

Методика выполнения технологических расчетов приведена в работах [26], [42].

После выполнения технологических расчетов производится компоновка цеха и планировка оборудования, а затем вычерчивается план цеха в масштабе 1:200 или 1:400 с указанием расположения станочного и сборочного участков, вспомогательных помещений и бытовых устройств, центральных проездов, дверных и оконных проемов, колонн и проходов. На плане цеха проставляются размеры здания цеха, длина и ширина пролетов и т.д.

Необходимые нормативные и справочные сведения по выполнению плана механосборочного цеха приведены в источниках [26], [34] и [42].

Все вопросы по проектированию цеха согласовываются с консультантом по данному разделу проекта на консультациях, которые студент обязан регулярно и своевременно посещать.

2.3. Проектирование технологической оснастки

Разрабатывая конструкторскую часть дипломного проекта, студент должен показать знания по конструированию технологической оснастки, а также умение использовать эти знания при решении конкретных вопросов. Студент должен разработать конструкцию станочного приспособления для механической обработки любой заданной детали на какой-либо операции; конструкцию специального режущего инструмента или конструкцию специального контрольного приспособления.

Конструкции всех устройств должны быть не только оригинальными и прогрессивными, но и рентабельными, удобными в изготовлении и эксплуатации. Разработка всех конструкций должна преследовать цель максимального сокращения времени на выполнение операций, облегчение труда рабочих. Широкое применение должны найти многоместные, быстродействующие зажимы в приспособлениях, высокопроизводительные инструменты, обеспечивающие возможность применения скоростного и силового резания, многомерные контрольные приспособления и приборы активного контроля.

При проектировании технологической оснастки необходимо производить расчеты точности и прочности деталей.

Чертежи технологической оснастки выполняются в общем виде без детализации в двух-трех проекциях. На чертеже указываются основные габариты и основные посадочные размеры соединяемых деталей с обозначением класса точности и посадки. К чертежам прилагается спецификация входящих деталей. Применяемый масштаб чертежей 1:1 или 1:2.

Контур обрабатываемой детали на чертеже приспособления вычерчивается красным цветом. Чертеж специального режущего инструмента выполняется с указанием размеров и геометрии режущей части и материала инструмента.

Чертежи выполняются в соответствии требованиями ЕСКД, ГОСТ 2.301-68 — ГОСТ 2.308-68; ГОСТ 2.789-73, ГОСТ 2.703-78, ГОСТ 2,109-2007.

Проектирование станочного приспособления. Разработка конструкции станочного приспособления (СП) должна производиться с учетом обеспечения необходимой точности обработки детали и максимального сокращения вспомогательного времени на установку и закрепление обрабатываемой детали. Необходимо предусматривать быстродействующие пневматические, гидравлические, пневмогидравлические и другие зажимы и применять прогрессивные конструкции многоместных, многопозиционных и автоматизированных приспособлений. Размеры деталей станочного приспособления следует

определять на основе расчета на прочность, при этом необходимо применять для их изготовления низколегированные стали, прокат, литье, пластмассы.

Проектирование СП рекомендуется проводить в такой последовательности:

1. Изучить техническое задание на проектирование приспособления, чертеж детали с техническими требованиями на ее изготовление.

2. Установить, какие поверхности обрабатываются, какой используется инструмент, какую точность необходимо получить после обработки.

3. Изучить техническую характеристику станка, конструктивные данные, посадочные места с целью согласования габаритов проектируемого приспособления и размеров, зависящих от станка, а также ГОСТы, альбомы чертежей существующих типовых конструкций приспособлений [6], [22], [23], [59], описания патентов и изобретений.

Необходимо помнить, что проектирование должно сводиться к разработке конструкции, состоящей из стандартных деталей и сборочных единиц с ограниченным числом оригинальных деталей, с учетом типовых решений для конкретной технологической операции.

4. Сформулировать служебное назначение приспособления.

Под служебным назначением понимается максимально уточненная и четко сформулированная задача, для решения которой предназначено приспособление. Поскольку последнее проектируется для определенной технологической операции обработки детали, то формулировка служебного назначения приспособления должна содержать исчерпывающие данные о детали, которую необходимо обработать в данном приспособлении, а также перечень условий, в которых должно работать СП, требования к безопасности работы, к степени механизации и автоматизации и т.д.

Пример формулировки служебного назначения приспособления для обработки двух отверстий $\varnothing 25H7$ и $\varnothing 12H7$ в рычаге:

Приспособление предназначено для базирования и закрепления на вертикально-сверлильном станке модели 2Н125 штампованной за-

готовки детали ИКВ 04.00.605 типа рычага средних размеров из стали 20 и для координирования мерного режущего инструмента при обработке двух отверстий $\varnothing 25H7$ и $12H7$.

В результате обработки должны быть обеспечены:

- точность диаметров отверстий - 7 квалитет;
- точность межосевого расстояния отверстий $102 \pm 0,06$ мм;
- допуск параллельности оси отверстия $\varnothing 12H7$ относительно оси отверстия $\varnothing 25H7$ - по 5-й степени точности ГОСТ 24643 -81;
- допуск соосности отверстий с наружными поверхностями бобышек - по 4-й степени точности ГОСТ 24643-81.

При использовании приспособления затраты времени на выполнение операции не должны превышать 1,8 мин. на деталь.

Срок окупаемости приспособления – 3 года.

5. Выбрать тип приспособления.

Выбор типа СП зависит от размеров и геометрической формы обрабатываемой детали, от требуемой точности её обработки и вида производства. ГОСТ 30.0000.01-90 устанавливает шесть систем станочных приспособлений.

УБП – универсальные безналадочные приспособления являются приспособлениями общего назначения и широко применяются в единичном и мелкосерийном производстве, проектируются и изготавливаются станкостроительными предприятиями.

Неразборные специальные приспособления (НСП) обеспечивают высокую точность и производительность и предназначаются для выполнения определенной операции. При этом они экономически выгодны и рекомендуются в массовом, крупносерийном и серийном производстве. В мелкосерийном производстве, которому присуща большая номенклатура деталей, а также сравнительно частая сменяемость объектов производства, НСП экономически себя не оправдывают, так как не обеспечивают оперативную перестройку производства при переходе на изготовление другого изделия. В мелкосерийном производстве целесообразно применять приспособления, обеспе-

чивающие быструю переналадку их для обработки небольших партий. Практика показала, что в мелкосерийном и серийном производствах наиболее рентабельны универсально-наладочные приспособления (УНП), сборно-разборные приспособления (СРП), универсально-сборная переналаживаемая оснастка (УСПО), а при разработке групповых технологических процессов — специализированные наладочные приспособления (СНП).

В единичном производстве, где большая номенклатура деталей запускается в производство мелкими партиями с быстрой сменяемостью изделий, рекомендуются УНП, УБП, а также универсально-сборные приспособления (УСП).

6. Разработать варианты различных конструктивных схем приспособления. Оценить предлагаемые варианты конструкций приспособлений и на основании этого выбрать из них наиболее оптимальный.

7. Спроектировать станочное приспособление.

Непосредственное проектирование состоит из двух частей: расчетной, включающей разработку расчетной схемы приспособления, силовые, точностные и экономические расчеты целесообразности проектируемого приспособления и конструкторской части, включающей разработку чертежа общего вида приспособления.

При выполнении расчетной части необходимо:

1. Проанализировать схему базирования, принятую по технологическому процессу и выбрать схему установки.

Схема базирования должна быть выбрана так, чтобы погрешности базирования были минимальными или равны нулю.

Для выбора схемы установки необходимо:

– выбрать тип и размер установочных элементов, их число, взаимное расположение в зависимости от состояния баз, размеров и конструктивных особенностей заготовки. Основным критерием правильности выбора установочных элементов является обеспечение определенности установки на них обрабатываемой заготовки и выполнение требуемой точности обработки;

– рассчитать фактическую ε_y и допустимую $[\varepsilon]_y$ погрешности установки заготовки в приспособлении при выбранной схеме базирования. Схема установки принимается при соблюдении условия:

$$\varepsilon_y < [\varepsilon]_y, \quad (2.36)$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2}, \quad (2.37)$$

где: ε_{δ} – погрешность базирования;

ε_3 – погрешность закрепления;

ε_{np} – погрешность положения заготовки, обусловленная неточностью приспособления.

Допустимую погрешность установки при обработке на настроенных станках можно найти из следующей зависимости

$$[\varepsilon]_y = \sqrt{T^2 + (k\varepsilon_{обр})^2}, \quad (2.38)$$

где: T – допуск выдерживаемого параметра;

$\varepsilon_{обр}$ – средняя экономическая точность обработки. Принимается по таблицам [55, с 7...19, табл. 4 и 5];

k – поправочный коэффициент, принимаемый в пределах $k=0,6...0,8$.

Если ε_y превышает $[\varepsilon]_y$, то необходимо изменить схему базирования или конструкцию установочных элементов приспособления.

2. Определить расчетом все три составляющие силы резания (или момент резания).

Величина силы (или момента резания) вычисляется так, как указано в работах [11], [13] и [56].

3. Разработать расчетную схему приспособления и рассчитать необходимую силу закрепления заготовки.

Для этого необходимо вычертить заготовку в двух-трех проекциях. На главном виде заготовку показывают в том положении, в каком она будет обрабатываться на данной операции. Нанести координатные оси. За начало координат принимают точку, относительно которой может произойти смещение заготовки. Наметить положение и тип установочных элементов, а также места приложения сил закрепления, учитывая направления сил резания в самый неблагоприятный момент обработки. При этом следует располагать установочные элементы так, чтобы сила закрепления и силы резания были направлены по нормали к установочным поверхностям опор.

На выбранной схеме отметить стрелками все приложенные к заготовке силы, стремящиеся нарушить положение заготовки в приспособлении (силы резания, силу закрепления) и силы, стремящиеся сохранить это положение (силы трения, реакции опор). При необходимости учесть и силы инерции (например, при выполнении строгания, долбления и т.д.). Силы инерции и моменты следует учитывать в том случае, если они составляют более 10 % сил и моментов резания. Силы тяжести заготовки учитываются, если масса заготовки соизмерима с силами резания.

Составить уравнения равновесия и решить их относительно искомой силы закрепления. Если силы резания стремятся сдвинуть установленную в приспособлении заготовку, то силы закрепления будут определяться из уравнений сил. Если же силы резания стремятся повернуть заготовку, то будут использованы уравнения моментов.

В тех случаях, когда силы резания могут сдвинуть и повернуть заготовку, установленную в приспособлении, то необходимо рассчитать силы закрепления, препятствующие сдвигу и повороту, и принять наибольшую из них. Приняв коэффициент надежности закрепления (коэффициент запаса) K [58], определить необходимую силу закрепления Q .

Примеры расчета сил закрепления приведены в работах [40], [59], а формулы для расчета сил закрепления в работах [37], [43], [58], [59], [71].

4. Выбрать вид зажимного устройства с учетом типа производства, оборудования, приспособления (одноместное, многоместное, однопозиционное, многопозиционное), конфигурации, размеров заготовки, её жесткости, величины силы закрепления, требуемой производительности. Необходимо кратко обосновать выбор устройства, указав на его преимущества, недостатки, область применения.

5. Рассчитать основные конструктивно-размерные параметры зажимного устройства и величину необходимой исходной силы привода (силы тяги).

6. По силе тяги и времени на закрепление и открепление заготовки выбрать тип силового привода и рассчитать его основные параметры: диаметр цилиндра или диафрагмы, ход штока и т.д. По ГОСТ выбрать их исходные размеры, по которым уточнить действительную силу закрепления и сравнить с требуемой.

7. Произвести расчет экономического обоснования целесообразности применения проектируемого приспособления.

8. Выполнить расчет на прочность, жесткость и износоустойчивость особо нагруженных деталей приспособления,

9. Рассчитать приспособление на точность.

Данные расчеты оформляются в указанной последовательности и должны сопровождаться схемой базирования, схемой установки, расчетной и кинематической схемой приспособления.

В конструкторской части на основе расчетов и анализа возможности конструктивных решений разрабатывается конструкция приспособления с выполнением чертежа общего вида объемом 1 -2 листа формата А1.

Конструирование сводится к последовательному вычерчиванию элементов приспособления вокруг контура обрабатываемой заготовки. Контур обрабатываемой заготовки наносится на бумагу красными линиями в необходимом количестве проекций с таким расчетом, чтобы оставалось достаточно места для последующего вычерчивания элементов приспособления. Заготовка считается условно прозрачной.

Чертеж заготовки на главном виде должен соответствовать ее рабочему положению при обработке на станке. Общий вид приспособления выполняется в масштабе 1:1. Применение других масштабов (1:2 или 2:1) согласовывается с руководителем проекта, но для уменьшения конструктивных и размерных ошибок основные сопряжения выполняются отдельно и вычерчиваются в натуральную величину.

При выборе и конструировании деталей и сборочных единиц приспособления необходимо стремиться к получению достаточно прочной и жесткой конструкции при наименьшей массе и габаритах. Важно, чтобы каждая деталь спроектированного приспособления была технологична с точки зрения механической обработки, а приспособление в целом с точки зрения сборки.

На чертеже вычерчиваются две-три проекции с необходимыми разрезами и сечениями, поясняющими конструкцию приспособления.

Особое внимание необходимо уделить вопросам техники безопасности при обслуживании приспособления, а также требованиям технической эстетики.

На чертеже общего вида проставляются габаритные размеры приспособления, координирующие размеры с допусками (отклонениями), характеризующими точность таких элементов приспособления, которые определяют точность координации поверхностей обрабатываемых в приспособлении заготовок, точность этих размеров контролируется после сборки (например, координаты кондукторных втулок, координаты установка на фрезерных приспособлениях); наладочные размеры; посадки на основные сопряжения деталей; диаметры отверстий под рабочую часть режущего инструмента в сменных кондукторных втулках.

Над штампом чертежа записываются техническая характеристика и технические требования на изготовление, эксплуатацию и сборку приспособления. В технической характеристике указываются основные параметры: усилие закрепления, рабочее давление в пневмо- или гидросистеме, мощность и частота вращения двигателя и другие ха-

рактеристики, в технических требованиях необходимая точность сборки и пригонки отдельных элементов приспособления, его отладка, методы проверки при установке на станке, отделка, маркировка, смазка и другие данные. Типовые требования (Т.Т.) к приспособлениям приведены в справочной литературе [37]. Примеры формулировки Т.Т. к станочным приспособлениям приведены в таблице Ж.1. Примеры оформления чертежа станочного приспособления показаны в приложении Ж, рис.Ж.2, рис. Ж.3.

В соответствии с ЕСКД составляется спецификация деталей приспособления, для основных деталей назначается материал и термообработка.

Расчет силы закрепления заготовки в приспособлении. Цель расчета состоит в выяснении значений сил резания и силы закрепления, которая будет гарантированно противодействовать силам резания и обеспечит полную неподвижность и надежность закрепления заготовки.

Величину необходимой силы закрепления определяют на основании решения задачи статики, рассматривая равновесие заготовки под действием приложенных к ней сил. Необходимо составить расчетную схему.

На основании решения уравнений равновесия получают формулы для расчета силы закрепления Q .

Пример 1. При растачивании отверстия $\varnothing 35H10$ в корпусе подшипника (рис.2.36) необходимо выдержать размеры $30\pm 0,085$ и $40\pm 0,085$.

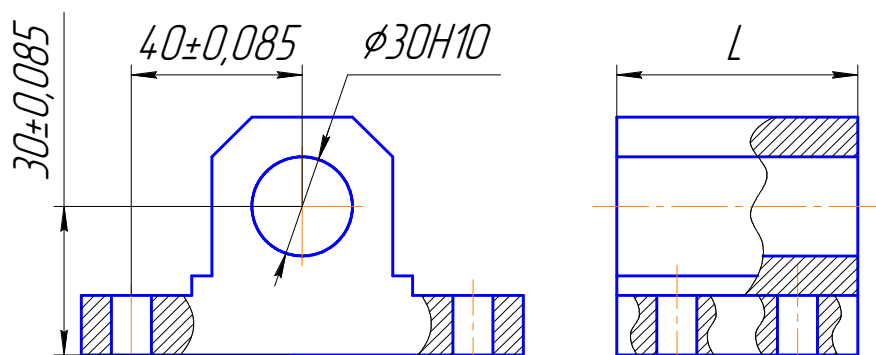


Рис .2. 36. Эскиз детали

При установке заготовки на плоскость и два установочных пальца, один из которых срезан, пальцы должны полностью разгрузаться от действия сил резания P_x , P_y , P_z . (рис 2.37)

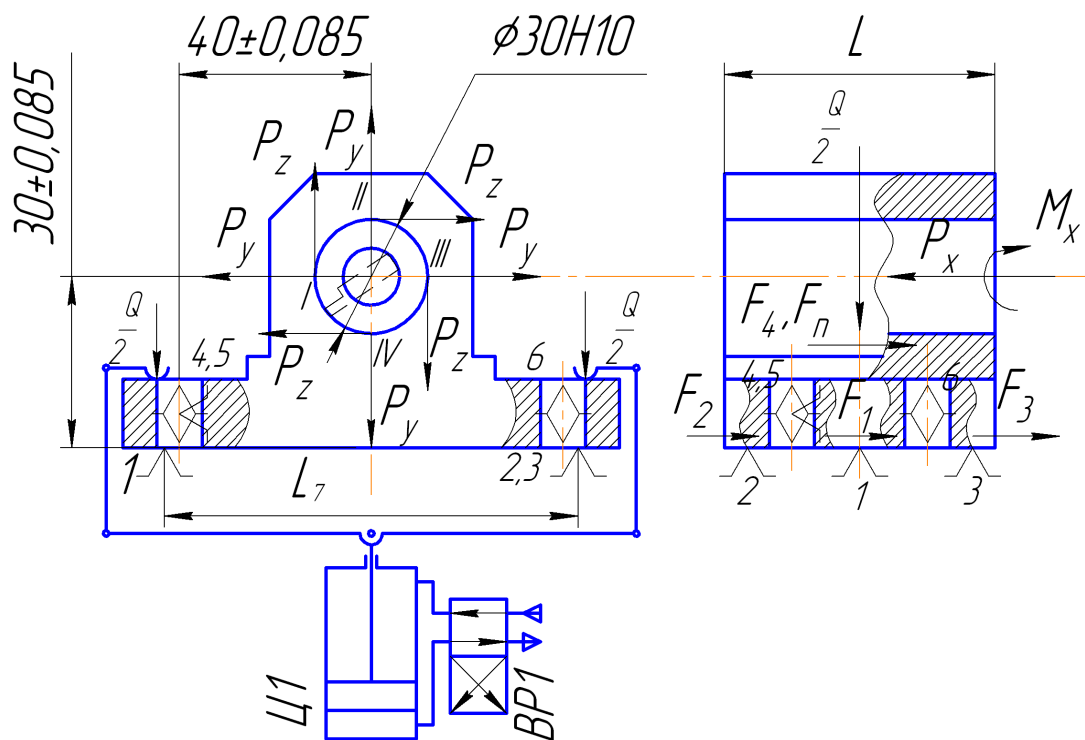


Рис. 2.37. Схема к расчету силы закрепления заготовки при растачивании отверстия

Возможны два случая:

1. Смещение заготовки от сил P_x и P_y предотвращается силами трения, возникающими в местах контакта заготовки с установочными элементами и прихватами - F_1 , F_2 , F_3 , F_4 и F_5 .

2. Отрыв (опрокидывание) заготовки под действием силы резания P_z или момента резания предупреждается силой закрепления Q , равномерно распределенной на два прихвата.

Рассчитав для обоих случаев значение силы Q , выбирают большее и принимают его за расчетную величину необходимой силы закрепления.

Произведем расчет силы закрепления для первого случая.

$$\sqrt{P_X^2 + P_Y^2} < F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5. \quad (2.39)$$

Введя коэффициент надежности закрепления:

$$K = 1,5 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (2.40)$$

где $K_1, K_2 \dots K_6$ - поправочные коэффициенты, выбор которых производится по таблице [63]. Подставив значения сил трения, после преобразования получим:

$$K \sqrt{P_X^2 + P_Y^2} \leq Qf_1 + Qf_2, \quad (2.41)$$

откуда

$$Q = \frac{K \sqrt{P_X^2 + P_Y^2}}{f_1 + f_2}, \quad (2.42)$$

где f_1 и f_2 - коэффициенты трения в местах контакта заготовки с установочными элементами и прихватов с заготовкой соответственно

Особенностью рассматриваемого примера является тот факт, что на каждом обороте борштанги силы резания P_Z и P_Y не только меняют место приложения (вместе с вершиной резца), но и изменяют направление действия на противоположное.

На рис. 2.37 приведены четыре положения борштанги, когда вершина резца последовательно находится в точках $I - IV$. При расположении резца в точках $I - II$ сила P_Z отрывает заготовку от опорной точки 1, поворачивая ее вокруг точки 2, когда резец находится в точке IV , та же сила P_Z отрывает заготовку от опорной точки 2, поворачивая ее вокруг точки 1. В связи с этим возникает необходимость определить такой момент обработки, когда силы резания оказывают максимальное сдвигающее воздействие на заготовку. Следуя приведенным выше правилам, принимаем точки приложения и направления силы закрепления так, как показано на рис. 2.37.

Условие равновесия заготовки может быть описано уравнением моментов относительно опорной точки 2 и 3:

$$M_2(P_Z) + M_2(P_Y) + M_2\left(\frac{Q}{2}\right) = 0, \quad (2.43)$$

где

$$\begin{aligned} M_2(P_Z) &= \pm P_Z l_Z; \\ M_2(P_Y) &= \pm P_Y l_Y; \\ M_2\left(\frac{Q}{2}\right) &= \frac{Q}{2} L_1. \end{aligned}$$

Из уравнения (2.8) необходимую величину Q с учетом коэффициента надежности закрепления K можно определить из следующего выражения:

$$Q = 2K \frac{\pm P_Z l_Z \pm P_Y l_Y}{L_1}, \quad (2.44)$$

здесь L_1 - расстояние между опорами 1, 2 и 3.

По найденному значению силы закрепления Q , в соответствии с расчетной схемой, определяется сила на штоке привода, его основные характеристики, выбираются по стандарту или рассчитываются.

Расчет зажимного устройства и силового привода. При проектировании приспособления всегда возникает задача по необходимой силе закрепления Q установить вид и основные размеры зажимного устройства (выбор и расчет которых выполнить по рекомендациям, приведенным в [40]), а также определить силу P , развиваемую приводом.

Для любого зажимного устройства можно записать уравнения сил и перемещений:

$$Q = P \cdot i; S_Q = S_P \cdot i_n, \quad (2.45)$$

где P, S_P – сила и перемещение, передаваемое от силового привода зажимному устройству (ЗУ);

i, i_n – передаточные отношения сил и перемещений, характеризующие конструктивные параметры ЗУ;

S_Q – перемещение (ход) исполнительного звена ЗУ.

Передаточные отношения комбинированных (многозвенных) устройств определяют как произведение входящих в них простых механизмов.

Методика силового расчета многозвенных зажимных устройств состоит в том, что такое устройство следует разделить на отдельные звенья и для каждого звена определить коэффициент, учитывающий потери и передаточное отношение. Работа завершается определением общего передаточного отношения сил и перемещений. Уравнения (2.10) для таких зажимных устройств принимают вид:

$$Q = P \prod_{q=1}^n i_q; S_Q = S_P \prod_{q=1}^n i_{nq}, \quad (2.46)$$

где n - число простых механизмов, входящих в комбинированный механизм.

Зная силу P , производят расчет основных характеристик и выбор конструктивных параметров силового привода.

Для приспособлений с механизированным приводом (пневматическим, гидравлическим, электромеханическим и т.п.) рассчитывают следующие параметры: диаметр цилиндра или диафрагмы, длину хода поршня, диаметр сечений трубопроводов, производительность насоса, мощность электромотора привода и т. п. Формулы и методика расчета механизированных приводов станочных приспособлений даны в работе [37], [71].

Пример 1. Расчет силового привода проиллюстрируем на примере расточного приспособления, кинематическая схема которого приведена на рис. 2.37. Закрепление корпуса подшипника происходит при помощи двух Г - образных прихватов с байонетной системой, которая осуществляет поворот прихватов для удобства установки и снятия заготовки.

По найденному из расчетной схемы значению силы закрепления определяем силу P на штоке привода.

$$P = \frac{Q}{i} = Q \cdot \frac{l}{l - \frac{3f_2 l}{H}}, [63, T1] \quad (2.47)$$

где l – расстояние от точки контакта прихвата до оси направляющей прихвата, мм; H – длина направляющей прихвата, мм; f_2 – коэффициент трения в местах контакта прихватов с заготовкой.

Диаметр поршня пневмоцилиндра находим из формулы:

$$P = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) p \eta, [76] \quad (2.48)$$

где D – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм; $d = 40$ – диаметр штока согласно рекомендаций, мм; $p = 0,4$ – давление сжатого воздуха, МПа; $\eta = 0,85$ – КПД, учитывающий потери в цилиндре.

Отсюда:

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi p \eta} + d^2}. \quad (2.49)$$

По ГОСТ выбираем диаметр цилиндра D и его основные характеристики. Выполняем проверочный расчет, определяем силу на штоке привода с учетом выбранного диаметра цилиндра и действительную силу закрепления заготовки, которую сравниваем с необходимой силой закрепления заготовки в приспособлении.

Пример 2. При торцовом фрезеровании плоскости 1 необходимо выдержать размер $10 \pm 0,15$ (рис. 2.38). Расчетные силы, действующие на заготовку в приспособлении, определяются в результате разложения равнодействующей силы резания на горизонтальную P_H , боковую P_v и осевую P_O силы. По горизонтальной силе P_H производится расчет силы закрепления заготовки в приспособлении.

По силе закрепления Q рассчитывается необходимая сила на штоке пневмоцилиндра P из равенства моментов сил относительно точки O_1 :

$$P = \frac{Qa}{b} \eta_1, \quad (2.52)$$

где η_1 – коэффициент, учитывающий потери на трение в шарнирах, равный 0,85.

Зная силу на штоке пневмоцилиндра P и давление воздуха в пневмосистеме p , можно определить диаметр пневмоцилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi p \eta_2}}, \quad (2.53)$$

где η_2 – КПД пневмоцилиндра, примерно равен 0,9...0,95.

Принимается ближайший стандартный диаметр цилиндра.

Расчет приспособления на точность. На чертеже общего вида приспособления необходимо обозначить допуски на его размеры, от которых зависит точность взаимного расположения обрабатываемых поверхностей, например, допуск на расстояние между осями кондукторных втулок в кондукторах, допуски на размеры между установочными и направляющими элементами приспособления и т.п.

При расчете точности изготовления приспособлений исходят из того, что сумма возможных погрешностей, возникающих при обработке деталей в приспособлении, не должна превышать допуск на размер обрабатываемой детали.

Решив неравенство (2.36) с учетом зависимостей (2.37) и (2.38) относительно ε_{np} , находят погрешность обработки, допустимую для данного приспособления и вызываемую неточностью его изготовления:

$$\varepsilon_{np} < T - \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + (k\varepsilon_{обр})^2}. \quad (2.54)$$

Полученные значения погрешности приспособления распределяют по ее составляющим:

$$\varepsilon_{np} = \sum T_i + E_{y.n.} + E_3 + E_n, \quad (2.55)$$

где T_i – допуски на изготовление деталей приспособления;

$E_{y.n.}$ – погрешность установки приспособления на станке, которая зависит от смещений или перекосов корпуса приспособления на столе, планшайбе или шпинделе станка, возникающих из-за зазоров в сопряжениях поверхностей станка и приспособления. В каждом конкретном случае расчет погрешности установки приспособления на станке выполняется в зависимости от схемы установки и точности изготовления посадочных элементов или выбирается по таблице Ж.2;

E_3 – погрешность, обусловленная зазорами в сопряжениях заготовки с установочными элементами приспособления, при этом в расчет принимается наибольший зазор сопряжения;

E_n – погрешность перекоса или смещения инструмента, возникающая из-за неточности изготовления направляющих элементов приспособления. Если направляющие отсутствуют, E_n не учитывается.

При направлении инструмента по кондукторным втулкам E_n вычисляется по формуле [71]:

$$E_n = \frac{S(H + d)}{(2,4...3,5)H}, \quad (2.56)$$

где S – наибольший зазор между отверстием в кондукторной втулке и сверлом; допуски на эти размеры назначаются по ГОСТ 25347-89;

H – высота кондукторной втулки, принимается для стандартных втулок по ГОСТ 18429-73; 18430-73; 15362-73;

d – диаметр сверла.

В чертеже приспособления указываются допуски на размеры, от которых зависит точность обработки. Их определяют по выражению:

$$T_c = \sum T_i = \varepsilon_{np} - (E_{y.n.} + E_z + E_n). \quad (2.57)$$

– Если величина T_c и T_i малы и практически выдержать их невозможно, то необходимо предусмотреть сборку приспособления с применением компенсаторов или внести соответствующие изменения в конструкцию приспособления и произвести перерасчет.

– Таким образом, можно рекомендовать такую последовательность расчета точности изготовления станочного приспособления:

– определить по расчетной схеме приспособления погрешность базирования ε_b по расчетному параметру;

– найти погрешность закрепления по таблицам или расчетом [37], [44];

– выбрать по таблицам [55] экономическую точность обработки для расчетного параметра;

– по формуле (2.54) вычислить расчетную суммарную погрешность приспособления ε_{np} ;

– распределить по составляющим звеньям приспособления, исходя из формулы (2.55), величину ε_{np} ;

– по уравнению (2.57) определить допуск размера собранного приспособления T_c ;

– проставить на сборочном чертеже приспособления для расчетного размера величину T_c .

Формулы для аналитического расчета ε_b и ε_z для определенной схемы базирования приведены в работах [44] и [59].

При проектировании кондукторов расчет на точность сводится к расчету номинальных размеров и отклонений внутренних диаметров кондукторных втулок, отклонений межцентровых расстояний втулок.

Пример 3. Рассчитать точность изготовления приспособления по изложенной выше методике для сверления отверстий в крышке (рис.2. 39).

При сверлении отверстий $\varnothing 8H12$ и $\varnothing 1,5H11$ в крышке необходимо выдержать межцентровые расстояния $12 \pm 0,08$; $13 \pm 0,08$ и $26 \pm 0,1$ мм. В этом случае целесообразно применить схему базирования (рис. 2.40), конструктивное оформление которой показано на рис 2.41.

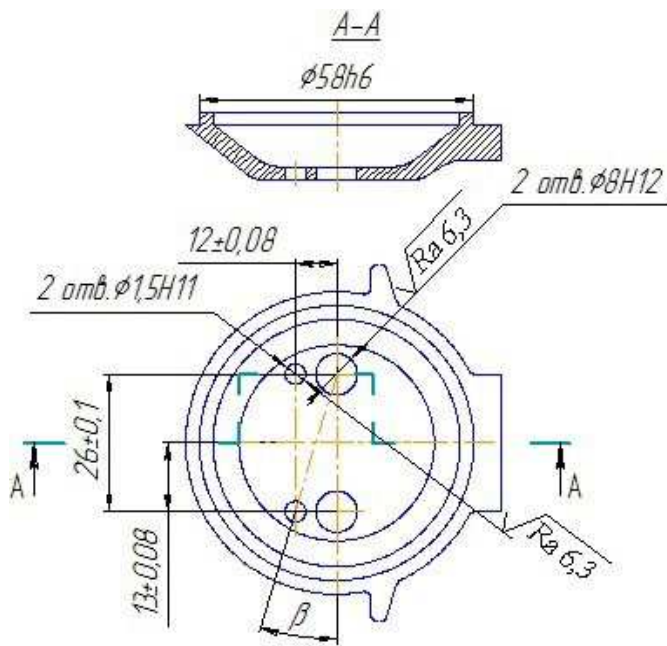


Рис. 2. 39. Эскиз детали

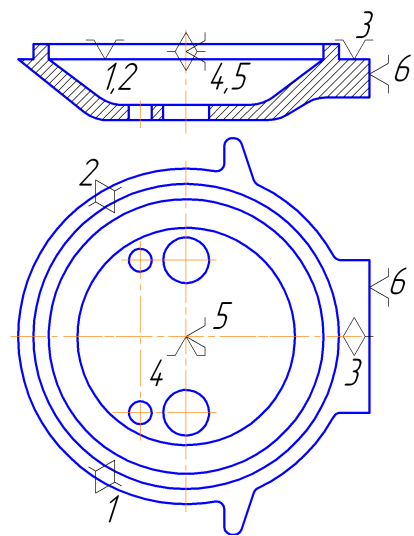


Рис. 2.40. Схема базирования заготовки

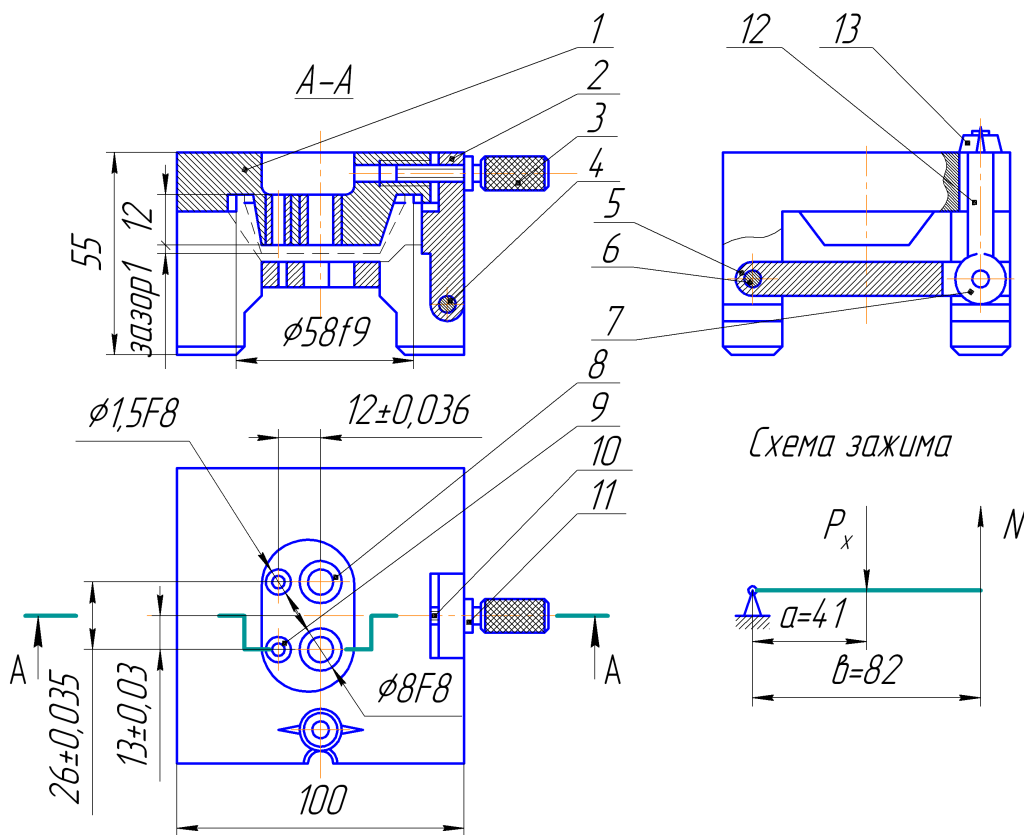


Рис.2.41. Схема к расчету приспособления на точность

Расчет необходимой точности приспособления для размера $12 \pm 0,08$ необходимо осуществить в следующем порядке:

1) определить погрешность базирования

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{T_D}{2} = \frac{0,019}{2} = 0,01 \text{ мм},$$

где $T_D = 0,019 \text{ мм}$ – допуск на $\varnothing 58h6$;

2) назначить погрешность закрепления

$$\varepsilon_3 = 0,03 \text{ мм} [44, \text{ с. } 142\text{—}145];$$

3) определить фактическую погрешность установки

$$\varepsilon_y = \varepsilon_{\delta} + \varepsilon_3 = 0,01 + 0,03 = 0,04 \text{ мм};$$

4) принять экономическую точность обработки по работе [55, с. 7 - 9] для отверстия $\varnothing 1,5 \text{ мм}$. $\varepsilon_{\text{обр}} = 0,08 \text{ мм};$

5) найти суммарную погрешность обработки

$$\varepsilon = k\varepsilon_{\text{обр}} = 0,7 \cdot 0,08 = 0,056 \text{ мм};$$

6) вычислить допустимую погрешность установки

$$[\varepsilon]_y = \sqrt{T^2 - \varepsilon^2} = \sqrt{0,16^2 - 0,056^2} = 0,149 \text{ мм}.$$

Так как $\varepsilon_y < [\varepsilon]_y$, предлагаемая схема базирования и конструктивная схема приспособления приемлемы.

7) рассчитать суммарную погрешность приспособления

$$\varepsilon_{\text{пр}} = T - \sqrt{\varepsilon_y^2 + \varepsilon^2} = 0,16 - \sqrt{0,04^2 + 0,056^2} = 0,091 \text{ мм};$$

8) вычислить погрешность собранного приспособления по формуле

$$T_C = \varepsilon_{np} - (E_{y.n} + E_3 + E_n).$$

Для рассматриваемого случая имеем $E_{y.n} = 0$; $E_3 = 0$, так как установка детали производится без зазоров фиксатором 2 и винтом 3;

E_n – погрешность перекоса или смещения инструмента, определяется при направлении инструмента по кондукторным втулкам E_n по формуле (2.56)

$$E_n = \frac{S(H+d)}{(2,4\dots 3,5)H}.$$

Для рассматриваемого случая имеем $H=10\text{мм}$, $d=1,5\text{мм}$;

$$S = E_s - ei = 0,013 - (-0,025) = 0,038\text{мм};$$

В итоге получим

$$T_C = 0,091 - (0 + 0 + 0,018) = 0,073\text{мм}.$$

На сборочном чертеже приспособления должен быть проставлен размер $12 \pm 0,036$.

Аналогично находим необходимую точность приспособления для размера $13 \pm 0,08$ мм, последовательно определяя следующее:

1) погрешность базирования:

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{T_D \cos \beta}{2} = \frac{0,019 \cos 90^\circ}{2} = 0;$$

2) погрешность закрепления: $\varepsilon_3 = 0,03\text{мм}$. [44, с. 109 - 111];

3) фактическую погрешность установки

$$\varepsilon_y = \varepsilon_{\delta} + \varepsilon_3 = 0 + 0,03 = 0,03\text{мм};$$

4) суммарную погрешность обработки

$$\varepsilon = k\varepsilon_{обр} = 0,7 \cdot 0,12 = 0,084 \text{ мм.}$$

Для отверстия $\varnothing 8H11$ $\varepsilon_{обр} = 0,12 \text{ мм}$ [55, с. 8...9];

5) допустимую погрешность установки

$$[\varepsilon]_y = \sqrt{T^2 - \varepsilon^2} = \sqrt{0,16^2 - 0,084^2} = 0,103 \text{ мм.}$$

Следовательно, $\varepsilon_y < [\varepsilon]_y$ и предлагаемая схема базирования допустима;

6) суммарную погрешность приспособления

$$\varepsilon_{np} = T - \sqrt{\varepsilon_y^2 + \varepsilon^2} = 0,16 - \sqrt{0,02^2 + 0,084^2} = 0,088 \text{ мм};$$

7) погрешность собранного приспособления

$$T_C = \varepsilon_{np} - (E_{yn} + E_z + E_n)$$

Для рассматриваемого случая погрешности установки приспособления на станке и вследствие конструктивных зазоров принимаем $E_{y.n} = 0$; $E_z = 0$, так как установка детали производится без зазоров;

8) погрешность перекоса или смещения инструмента

$$E_n = \frac{S(H+d)}{(2,4 \div 3,5)H} = \frac{0,069 \cdot (12+8)}{3,5 \cdot 12} = 0,03 \text{ мм,}$$

$$S = 0,033 - (-0,036) = 0,069 \text{ мм, } H = 12 \text{ мм; } d = 8 \text{ мм.}$$

В результате расчета приспособления на точность имеем

$$T_C = 0,088 - (0 + 0 + 0,03) = 0,058 \text{ мм.}$$

На чертеже кондуктора необходимо проставить размер $13 \pm 0,03$.

Далее, установим необходимую точность приспособления для размера $26 \pm 0,1$, последовательно вычислив следующее:

1) погрешность базирования

$$\varepsilon_{\delta} = S_{\max} = \frac{0,033 - (-0,036)}{2} \approx 0,035 \text{ мм},$$

где S_{\max} – максимальный зазор между сверлом и кондукторной втулкой;

2) погрешность закрепления

$$\varepsilon_3 = 0,03 \text{ мм}; [44, \text{ с. } 109 - 111];$$

3) фактическую погрешность установки

$$\varepsilon_y = \varepsilon_{\delta} + \varepsilon_3 = 0,035 + 0,03 = 0,065 \text{ мм};$$

4) суммарную погрешность обработки

$$\varepsilon = k\varepsilon_{\text{обр}} = 0,7 \cdot 0,12 = 0,084 \text{ мм}.$$

При сверлении отверстий $\varnothing 8\text{H}12$ $\varepsilon_{\text{обр}} = 0,12 \text{ мм}$;

5) допустимую погрешность установки

$$[\varepsilon]_y = \sqrt{T^2 - \varepsilon^2} = \sqrt{0,2^2 - 0,084^2} = 0,18 \text{ мм}.$$

Следовательно, $\varepsilon_y < [\varepsilon]_y$;

6) суммарную погрешность приспособления

$$\varepsilon_{\text{пр}} = T - \sqrt{\varepsilon_y^2 + \varepsilon^2} = 0,2 - \sqrt{0,065^2 + 0,084^2} = 0,1 \text{ мм};$$

7) погрешность собранного приспособления

$$T_C = \varepsilon_{\text{пр}} - (E_{y.n} + E_3 + E_n) = 0,1 - (0 + 0 + 0,03) = 0,07 \text{ мм};$$

$E_{y.n} = 0$; $E_z = 0$; $E_n = 0,03\text{мм}$ (как для $\varnothing 8$, чтобы выполнить размер 26 точнее).

На чертеже необходимо проставить размер $26 \pm 0,035$.

Расчет экономической эффективности приспособления. Для механической обработки деталей на каждую операцию технологического процесса могут быть спроектированы различные приспособления, отвечающие заданным техническим требованиям, но отличающиеся степенью сложности, производительностью и стоимостью.

В качестве критерия целесообразности того или иного варианта приспособления применяют цеховую себестоимость его изготовления. Экономически целесообразным является тот вариант, при использовании которого наименьшая себестоимость.

Экономический расчет эффективности приспособления основан на сопоставлении затрат, производимых при его изготовлении, с достигнутой экономией на себестоимости механической обработки.

Условие эффективности применения приспособления выражается формулой:

$$\mathcal{E} \geq P, \quad (2.58)$$

где \mathcal{E} – экономия, достигнутая при внедрении нового приспособления, руб.;

P – затраты на изготовление приспособления.

Эти величины определяют следующим образом:

$$\mathcal{E} = (Z_c - Z_n) \cdot \left(1 + \frac{П}{100}\right); \quad (2.59)$$

$$P = \frac{C_n - C_c}{n} \cdot \left(\frac{1}{i} + \frac{q}{100}\right), \quad (2.60)$$

где Z_c – зарплата, приходящаяся на одну деталь, обработанную без спроектированного приспособления;

Z_H – зарплата, приходящаяся на одну деталь, обработанную в спроектированном приспособлении;

P – накладные расходы, начисляемые на зарплату в %;

C_H – стоимость нового приспособления;

C_C – стоимость существующего приспособления;

n – годовая программа деталей, для которых проектируется приспособление;

i – срок службы приспособления в годах.

Для приспособлений средней сложности i составляет 2-3 года, для сложных приспособлений – 4...5 лет;

q – увеличение расходов на ремонт и обслуживание приспособлений, равно примерно 20-30 % от стоимости приспособления. Следовательно, оно будет рентабельным, если будет удовлетворяться неравенство (2.58).

Стоимость приспособления C_H рассчитывается на основе калькуляции, составленной после разработки технологического процесса изготовления приспособления.

Поскольку экономический расчет делается на этапе разработки конструктивной схемы, то точно определить стоимость приспособления невозможно. Поэтому на этом этапе используется приближенный метод расчета стоимости приспособления по следующей эмпирической зависимости:

$$C_H = (Ax_{op} + B) \cdot D, \quad (2.61)$$

где A и B – показатели стоимости, зависящие от группы сложности приспособления;

D – коэффициент, учитывающий изменение тарифных ставок рабочих и стоимости приспособлений;

x_{op} – число оригинальных деталей, входящих в приспособление.

Группа сложности приспособления определяется числом оригинальных деталей.

Таким образом, стоимость приспособления определяется по вышеприведенной зависимости с использованием данных таблицы 2.5.

При отнесении приспособлений к той или иной группе сложности можно воспользоваться признаками, приведенными в работе [58]. Там же приведены укрупненные нормативы себестоимости специальных приспособлений.

Таблица 2.5

Данные для определения стоимости приспособления

Группа сложности приспособления	x_{op}	A	B
1	1...10	0,8	0
2	5...20	1	5
3	10...30	1,5	5
4	20...60	2,5	10
5	30...90	3,35	10
6	60...120	4	20

Проектирование контрольного приспособления. Разработка конструкции контрольного приспособления должна производиться с учетом максимального сокращения времени на выполнение контрольных операций.

Вид и конструкция контрольно-измерительных средств, в той или иной степени, зависит от планируемой формы контроля. В целях обеспечения требуемого качества продукции применяются следующие формы организации контроля:

- 100%-ный контроль готовых изделий;
- выборочный контроль (в том числе статистический контроль);
- активный контроль или контроль изделий в процессе их изготовления с немедленным воздействием на технологический процесс;
- контроль средств производства.

Выбор вида контроля определяется программой выпуска изделий, местом контрольной операции в технологическом процессе, характером изделия и эксплуатационными требованиями к нему и т.д.

Каждый из перечисленных видов контроля может осуществляться различными по конструкции и по принципу действия средствами

контроля. Так, при 100%-ном контроле используют универсальные (единичное и мелкосерийное производство), специализированные и специальные средства контроля (крупносерийное и массовое производство). Автоматизированное производство не мыслимо без применения специальных средств контроля. Преимущественное развитие в этом типе производства должны получить конструкции для активного контроля размеров деталей в процессе механической обработки. В зависимости от степени автоматизации различают контрольные автоматы, полуавтоматы, механизированные и ручные контрольные приспособления. Для одновременного контроля размеров, нескольких поверхностей детали должны применяться многомерные приспособления и электроконтактные датчики.

При выборочном контроле так же применяются универсальные средства и приспособления, дающие отсчет размеров по шкале.

Контроль в процессе обработки является наиболее прогрессивным. Этот вид контроля наиболее целесообразно применять на чистовых операциях, где, с одной стороны, требуется высокая точность и, с другой, экономические потери от брака особенно велики. В зависимости от принципа действия и конструкции измерительное устройство на станке может обеспечить отсчет размера, световой или звуковой сигнал о достижении заданного размера, переключение подачи, выключение станка. При выборе объекта проектирования при контроле в процессе обработки предпочтение следует отдавать средствам активного контроля.

Контроль средств производства применяется для выявления и учета геометрических и кинематических погрешностей оборудования, для проверки геометрических параметров формообразующих инструментов (червячных фрез, долбяков) и т.п.

Проектируемые контрольные приспособления могут иметь как предельные, так и отсчетные измерительные устройства. Предельные измерители (например, электроконтактные и др.) констатируют выход размеров за пределы установленного поля допуска, но не показывают действительных значений проверяемых размеров. Отсчетные

измерители (индикаторы часового типа, пневматические измерительные приборы и др.) позволяют определять действительные размеры.

Для контроля деталей крупносерийного и особенно массового производства в целях сокращения времени, затрачиваемого на контроль, целесообразно создание конструкций многомерных контрольных приспособлений, применение механизированного привода, быстродействующих зажимов, использование пневматического, электрического и других методов измерений.

Многомерные контрольные приспособления, предназначенные для одновременного или последовательного контроля ряда элементов детали сложной конфигурации за одну установку, могут проектироваться для контроля заготовок, технологического межоперационного и окончательного контроля деталей.

После выбора формы и принципа контроля разрабатывается схема контрольного приспособления. Особое внимание при этом следует уделить выбору измерительных баз, т. е. поверхностей детали, которыми она устанавливается на приспособление относительно измерителя. Выбор измерительных баз зависит от того, в какой стадии технологического процесса производится измерение. В приспособлениях для контроля заготовок и межоперационного контроля рекомендуется использовать в качестве измерительных технологические базы. Для окончательного контроля готовых деталей используют конструкторские базы.

Исходным материалом для разработки схемы приспособления и окончательной отработки его конструкции должны служить технические условия и требования чертежа на изготовление детали или изделия.

При конструировании контрольных приспособлений и их отдельных элементов (зажимных, установочных, измерительных устройств) необходимо стремиться к использованию стандартизированных и нормализованных элементов (корпусов, стоек, передаточных рычагов, центров и т.п.)

В расчетно-пояснительной записке освещаются следующие вопросы:

- 1) технические условия и требования чертежа, подлежащие контролю;
- 2) описание конструкции проектируемого приспособления и принцип действия измерительных устройств;
- 3) обоснование целесообразности применения данного приспособления;
- 4) расчет приспособления на точность измерения (определение погрешностей, связанных с установкой контролируемой детали в приспособлении, с точностью самих измерительных устройств);
- 5) расчет производительности контрольного приспособления.

При 100% - ном контроле необходимо произвести сопоставление времени проведения контрольной операции с ритмом выпуска деталей или изделий.

При изложении материала в расчетно-пояснительной записке следует использовать необходимые для уяснения рассматриваемых вопросов схемы и эскизы; при описании конструкции спроектированного приспособления - ссылаться на соответствующие позиции чертежа.

Чертежи контрольно - измерительных приспособлений относятся к чертежам общего вида. Они выполняются, как правило, на листах формата А1. При невозможности поместить чертеж на одном листе, его помещают на двух и более листах с указанием на каждом листе его порядкового номера и количества листов, на которых вычерчено данное контрольное приспособление.

Чертеж контрольного приспособления должен содержать:

- 1) изображение контрольного приспособления, дающее представление о расположении и взаимной связи его составных частей, с необходимым и достаточным количеством проекций. Иногда для лучшего представления конструкции и принципа работы проектируемого приспособления целесообразно использовать частичные или вспомогательные виды, дополнительные разрезы и сечения;

2) в отдельных случаях на чертеже следует дать и принципиальную схему (электрическую, пневматическую, кинематическую и т.д.), уясняющую принцип действия данного приспособления;

3) габаритные размеры контрольного приспособления;

4) контрольные и координирующие размеры с допусками, характеризующие точность взаимного расположения элементов приспособления и проверяемые при сборке и отладке приспособления;

5) допуски параллельности, перпендикулярности, неплоскостности установочных поверхностей и соосности осей центрирующих элементов;

6) указания на характер сопряжений и посадок, а иногда на метод их обеспечения, если точность сопряжения обеспечивается не заданными отклонениями размеров, а пригонкой, подбором и т.п. (например, сверлить и развернуть в сборе, притереть, шабрить, подбор деталей, их пригонка, регулировка);

7) указания о крайних (исходных и предельных) положениях движущихся элементов. При этом одно положение изображается контурными линиями, второе штриховыми с двумя точками;

8) установочные или присоединительные размеры, т. е. размеры, определяющие правильность установки приспособления на месте его монтажа.

Часть требований может быть представлена в технических условиях, которые даются над основной надписью чертежа.

Контролируемая деталь вычерчивается на чертеже линией красного цвета в том положении, которое она занимает в процессе контроля, причем деталь считается условно прозрачной.

2.4. Расчет и проектирование специального режущего инструмента

Разработка конструкций специального режущего инструмента должна производиться с учетом максимального сокращения основного времени обработки, применения скоростных режимов резания и

полного использования мощности станка. Должны широко применяться инструменты с твердосплавными пластинами, со вставками из алмаза и эльбора, минералокерамики и других прогрессивных инструментальных материалов.

Методика расчета и проектирования режущего инструмента и справочные сведения по режущему инструменту приведены в источниках [7], [10], [14], [41], [47], [48], [52].

В дипломном проекте рекомендуется производить проектирование и расчет следующих основных видов инструментов;

1. Чертежи инструмента в сборе, например:

– Хон - головка в сборе. Делается рабочий чертеж со всеми необходимыми размерами, сечениями и разрезами, ясно показывающими способы крепления и регулирования абразивных брусков, элементы крепления головки на станке, габаритные размеры головки. Над основным штампом чертежа записываются необходимые технические условия (например, при регулировании лимбом колодки должны выходить из корпуса на одинаковые расстояния; колодки клеймить номерами пазов корпуса, по которым они пригнаны и т.п.);

– Резцовая головка для нарезания конических колес с круговым зубом (на чертеже резцовой головки, так же как и на остальных инструментах со вставными ножами, допускается изображение вставных ножей со всеми необходимыми размерами и сечениями на чертеже инструмента в сборе с указанием: нож головки левый, нож головки правый и т.д.)

– Резьбовая самооткрывающаяся головка;

– Четырехрезцовая головка для вихревого нарезания резьбы;

– Головка для растачивания кольцевых проточек;

– Зенкер комбинированный (сборный) с указанием габаритных размеров, необходимых размеров режущей кромки с нанесением углов, ленточки по цилиндрической части и др.

2. Чертежи комбинированного инструмента, например:

– Сверло - развертка. Необходимо дать все сечения режущих и вспомогательных кромок с указанием углов и размеров, дать все

необходимые размеры на основных проекциях и видах, над основной надписью чертежа записать технические требования. В технических требованиях, например, указывается: канавка сверла винтовая правая, угол наклона винтовой канавки в градусах, число зубцов Z ; неравномерность шага развертки, биение режущих кромок относительно центров, биение конуса Морзе относительно оси и т. п.;

- Развертка комбинированная и другие комбинированные инструменты.

3. Цельные инструменты. Например:

- Протяжка плоская прогрессивная с указанием необходимых разрезов и сечений (в частности, профиль режущих и калибрующих зубьев, сечения перед зубом для указания характера прогрессивной протяжки с необходимыми размерами); высота зубьев сводится в таблицу, приводятся данные о протягиваемой детали: материал, твердость материала, усилие протягивания и чертеж протягиваемой поверхности с размерами;

- Протяжка шлицевая;

- Фреза червячная для фрезерования зубчатых колес, звездочек, шлицев и другие инструменты.

- Инструменты, оснащенные твердым сплавом, ТСМ, минерало-керамикой (развертки насадные, блоки плавающие расточные и др.).

При проектировании специального режущего инструмента, особенно для станков с ЧПУ, необходимо уделять особое внимание вопросам обеспечения жесткости конструкции.

В расчетно-пояснительной записке к дипломному проекту приводится полный расчет инструмента (рабочий профиль в необходимом сечении, число зубцов, диаметр или другой рабочий размер и т.п.). Дается описание устройства и эксплуатации инструмента, приводятся соображения и пояснения по выбору каждого элемента или геометрического параметра.

В графической части проекта выполняется чертеж спроектированного инструмента. Сборочный чертеж режущего инструмента (РИ) должен быть выполнен в соответствии с требованиями ЕСКД

(ГОСТ 2.301-68 и ГОСТ Р50-54-16-87) с необходимым количеством проекций и содержать все необходимые данные для его изготовления и эксплуатации: шероховатость поверхностей, точность размеров, точность формы и относительного расположения поверхностей, технические условия.

2.5. Разработка средств автоматизации технологического процесса

При разработке технологических процессов в дипломном проекте должны быть разработаны средства автоматизации операций механической обработки деталей и сборки узлов. Правила выбора объекта автоматизации установлены ЕСТПП Р50-54-16-87.

При выборе объекта, подлежащего автоматизации учитывают:

- снижение трудоемкости работ по профилактике сокращения сроков технологической подготовки производства (ТПП) и стоимости обработки информации;
- повышение уровня организации и улучшение качества ТПП;
- снижение или полную ликвидацию непроизводительных расходов.

Экономическое обоснование правильности выбора объекта автоматизации является достаточным условием при выборе объекта автоматизации.

Для стоимостной целевой функции имеем:

$$C_j + E_n K_j = \min, \quad (2.62)$$

где C_j – стоимость решения задачи или комплекса взаимосвязанных задач по сравниваемым вариантам;

K_j – единовременные затраты по сравниваемым вариантам;

E_n – нормативный коэффициент эффективности.

Достаточным условием выбора объекта, подлежащего автоматизации, считают выполнение

$$E_{рч} \geq E_n; T_{рч} \leq T_n, \quad (2.63)$$

$E_{рч}$ – значение расчетного коэффициента эффективности;

E_n – отраслевой нормативный коэффициент эффективности;

$T_{рч}$ – расчетный срок окупаемости единовременных затрат;

T_n – нормативный срок окупаемости единовременных затрат,

$ч = 1, 2, 3$ – индексы, соответствующие временной, технологической и стоимостной целевой функции.

Расчет показателей, определяющих необходимые и достаточные условия выбора объекта автоматизации, операции di даны в рекомендациях ГОСТ Р 50-54-16-87.

Существуют два принципиально различных по средствам осуществления типа автоматизации: жесткая и гибкая автоматизация.

При жесткой автоматизации управление функционирования автоматизации базируется на жесткой кинематической связи между ее элементами. Жесткая автоматизация применяется в массовом, крупносерийном и реже среднесерийном производствах для обеспечения обработки одной или нескольких однотипных деталей. Жесткая автоматизация обеспечивает автоматически обработку одной или нескольких однотипных деталей, отличающихся размерами, и ограничена в номенклатуре обрабатываемых деталей. Она основана на станках-автоматах, станках-полуавтоматах, манипуляторах, автоматических линиях и агрегатных станках. Перенастройка ее для обработки даже близких по размерам однотипных деталей требует значительных материальных затрат и времени.

При гибкой автоматизации кинематическая связь между оборудованием и загрузочными устройствами не жесткая. Гибкая автоматизация основывается на станках с ЧПУ, роботах, транспортно-складских устройствах, управляемых от ЭВМ. Перестройка ее для обработки различных деталей требует незначительных затрат времени и заключается в замене режущих инструментов, приспособлений и программного обеспечения. Применяется этот тип автоматизации в серийном производстве.

Выбор типа автоматизации зависит и во многом определяется состоянием автоматизации технологического процесса на базовом предприятии, степенью сложности обрабатываемых деталей. При отсутствии автоматизации на базовом предприятии в дипломном проекте выполняется разработка первичной, единичной или частичной автоматизации, если годовая программа выпуска деталей требует организации серийного производства. При этом рекомендуется жесткая автоматизация. Для крупносерийного или массового производства рекомендуется полная или комплексная жесткая автоматизация. Для серийного или мелкосерийного производства сложных деталей, при большой номенклатуре деталей и частой смене объектов производства рекомендуется полная гибкая или комплексная гибкая автоматизация.

При выполнении дипломного проекта, прежде всего, необходимо проанализировать базовый технологический процесс, произвести количественную и качественную оценку механизации и автоматизации технологического процесса, определив вид, ступень и категорию. Описать состояние автоматизации с помощью информационной модели. Количественную оценку состояния автоматизации технологического процесса выполнить по показателю уровня механизации и автоматизации процесса [36], определив его по формуле (2). По показателю уровня автоматизации определить категорию автоматизации. Записать информационную модель, на основании которой можно выбрать объект механизации или автоматизации, а результаты анализа базового технологического процесса использовать для его последующего совершенствования при разработке нового варианта технологического процесса.

Выбор типа, объекта и средств разрабатываемой в проекте автоматизации (или механизации) необходимо согласовать с руководителем проекта при составлении технического задания.

Проектирование осуществляется по следующим направлениям.

1. Автоматизация загрузки станков заготовками. Сюда относится конструирование бункерных и магазинных загрузочных устройств,

автооператоров, манипуляторов, авторук, рейнеров, схватов промышленных роботов, механизмов для автоматического закрепления заготовок на станке и в приспособлении.

2. Автоматизация контроля и сортировки деталей. При выборе этого объекта автоматизации конструируются средства пассивного и активного контроля, а также контрольно-сортировочные автоматы (при проектировании последних разрабатывается только один узел).

3. Автоматизация подналадки станков и автоматизация защиты и блокировки, то есть конструирование различных устройств для размерной подналадки, автоподналадчиков и защитно-блокирующих устройств.

4. Конструирование средств автоматического включения станков и ограничения рабочих ходов.

5. Конструирование устройств для автоматизации рабочих ходов станков, периодического поворота заготовок при многопозиционной обработке.

6. Проектирование и конструирование инструментальной оснастки автоматизированной технологической операции. В этом случае конструируются устройства для автоматической смены режущего инструмента, быстросменные державки, поворотные револьверные головки и другие устройства.

7. Межоперационный транспорт. В условиях мелкосерийного и серийного производства на участках механической обработки, особенно с применением станков с ЧПУ, целесообразно уделить внимание вопросам автоматизации межоперационного транспорта и погрузочно-разгрузочных операций и т. д.

8. При полной автоматизации нескольких операций или всего технологического процесса объектом автоматизации может быть конструирование узлов автоматического станка или автоматической линии, а именно: конструирование насадок агрегатных головок, сменных суппортов, поворотных и делительных столов, кантователей, приспособлений-спутников.

9. Компоновка автоматической линии для механической обработки деталей класса "круглые стержни", "полые цилиндры", "некруглые стержни", "диски", крепежных деталей и простых корпусных деталей.

10. Проектирование робототехнологических комплексов (РТК) для механической обработки деталей.

11. Проектирование гибкого производственного модуля (ГПМ).

12. Проектирование гибких автоматизированных участков (ГАУ) для обработки деталей (типа вал или корпусных деталей).

13. Использование металлорежущих станков с ЧПУ в мелкосерийном и серийном производстве в составе предметно-замкнутых комплексно-автоматизированных участков, состоящих из РТК.

14. Составление программы обработки детали на станках с ЧПУ с разработкой расчетно-технологической карты для расчета управляющей программы.

Находясь на практике, студент должен изучить заводской (базовый) технологический процесс изготовления детали. Провести тщательный его анализ, определить уровень механизации и автоматизации технологического процесса по методике, изложенной в [36]. Выявить возможность и необходимость механизации и автоматизации отдельных операций с учетом создания для обработки заданной детали РТК, ГПМ, гибкой производственной системы (ГПС), поточной линии и других средств автоматизации. После чего необходимо принять объект механизации или автоматизации, структурная и конструктивная разработка которого будет выполняться в проекте.

При выполнении дипломного проекта необходимо стремиться к разработке наиболее оригинальных и эффективных в работе автоматических устройств, спроектированных самим студентом. В расчетно-пояснительной записке перед описанием технологического процесса необходимо дать критический анализ технологичности и метрологичности детали, изделия с точки зрения возможности автоматизации их производства, обосновать выбор баз, удобных для автоматической транспортировки, установки и фиксации. Дать обоснование

выбора объекта автоматизации (необходимость механизации или автоматизации принятого комплекса операций технологического процесса).

Если приняты объекты автоматизации 2, 3, 4, то необходимо обосновать создание системы автоматического регулирования параметров технологического процесса, автоматизации систем контроля, автоматизации управления.

На разрабатываемые средства автоматизации и механизации необходимо обосновать технические требования с учетом условий работы, требований к надежности, экономической эффективности и требований, диктуемых техникой безопасности. Составить циклограмму работы автоматизированного объекта для многооперационных станков-полуавтоматов, при проектировании агрегатного станка, РТК, при полной автоматизации станков. Циклограмма работы – графическое изображение рабочего цикла по времени. Примеры составления циклограммы работы РТК приведены в работе [54, с. 526 - 527]. На основе циклограммы оценивается производительность оборудования при бесперебойной работе, а, следовательно, и резерв ее повышения при интенсификации режимов обработки, увеличении быстродействия холостых перемещений, их совмещении между собой. Необходимо составить принципиальную электрическую, гидropневматическую, пневмоэлектрическую и другие схемы автоматизированного устройства или системы управления. Если техническое задание предусматривает разработку какого-либо механизма, необходимо привести теоретические расчеты, кинематические схемы объекта автоматизации.

При проектировании РТК необходимо осуществить ряд мероприятий.

1. Обосновать целесообразность роботизации технологического процесса обработки детали, используя методику, рекомендованную ГОСТ Р50-54-85-88.

2. Выбрать операцию или комплекс операций, для которых будет разрабатываться РТК.

3. Проанализировать выбранную операцию или технологический процесс, для чего необходимо обосновать выбор оборудования, определить тип промышленного робота (ПР), его основные технические данные и возможность применения в РТК.

4. Определить и проанализировать организационные факторы (тип производства, возможность организации производства с использованием поточных форм работы, групповых методов обработки, количество партий обрабатываемых деталей для условий многономенклатурного производства, такт выпуска деталей, схему движения материалов, заготовок, а затем укрупненно оценить возможность применения той или другой конструкции ПР как по быстродействию, так и по легкости переналадки на изготовление другой детали.

5. Оценить степень автоматизации, компоновочную структуру, габаритные размеры оборудования, намечаемого к использованию в РТК, размеры рабочей зоны, условия подачи заготовок.

6. Выявить направление и траекторию перемещения заготовки при ее установке и снятии с оборудования, схему базирования и точности установки, определить сложность сопряжения ПР с технологическим оборудованием, состав и число степеней подвижности ПР, способ установки его на рабочем месте (напольное, подвесное или встроенное), тип устройства управления ПР. Проанализировать структуру времени технологических операций, определить будет ли разрабатываться РТК, ГПМ, ГАУ или участок с использованием ПР.

7. Определить характер и средства межоперационного перемещения предметов труда (заготовок, деталей, приспособлений и т.д.), обеспечить РТК средствами контроля.

8. Выяснить количественный состав оборудования, обслуживаемый одним роботом, проверить требования по быстродействию и типу устройства управления.

9. Разработать структуру РТК, для чего следует определить количество основного и вспомогательного оборудования, закрепленного за каждым ПР, составить алгоритм работы РТК, проверить функциональные возможности ПР при реализации алгоритма РТК.

10. Разработать циклограмму работы РТК. На циклограмме следует указать во времени все моменты изменения состояния системы управления и проставить индексы участвующего оборудования (станков, ПР). Для этого нужно тщательно проанализировать работу всех механизмов, выбрать последовательность выполнения операций автоматизируемого процесса, так как от этого зависит производительность, определить состав цикла работы РТК для выбранного варианта исполнения (состав цикла работы РТК для нескольких вариантов исполнения приведен в справочнике [54, с. 528]). Затем рассчитать время цикла работы РТК, пронормировав все элементы затрат времени на работу станков, ПР и других устройств, входящих в его состав [54, с. 603-622].

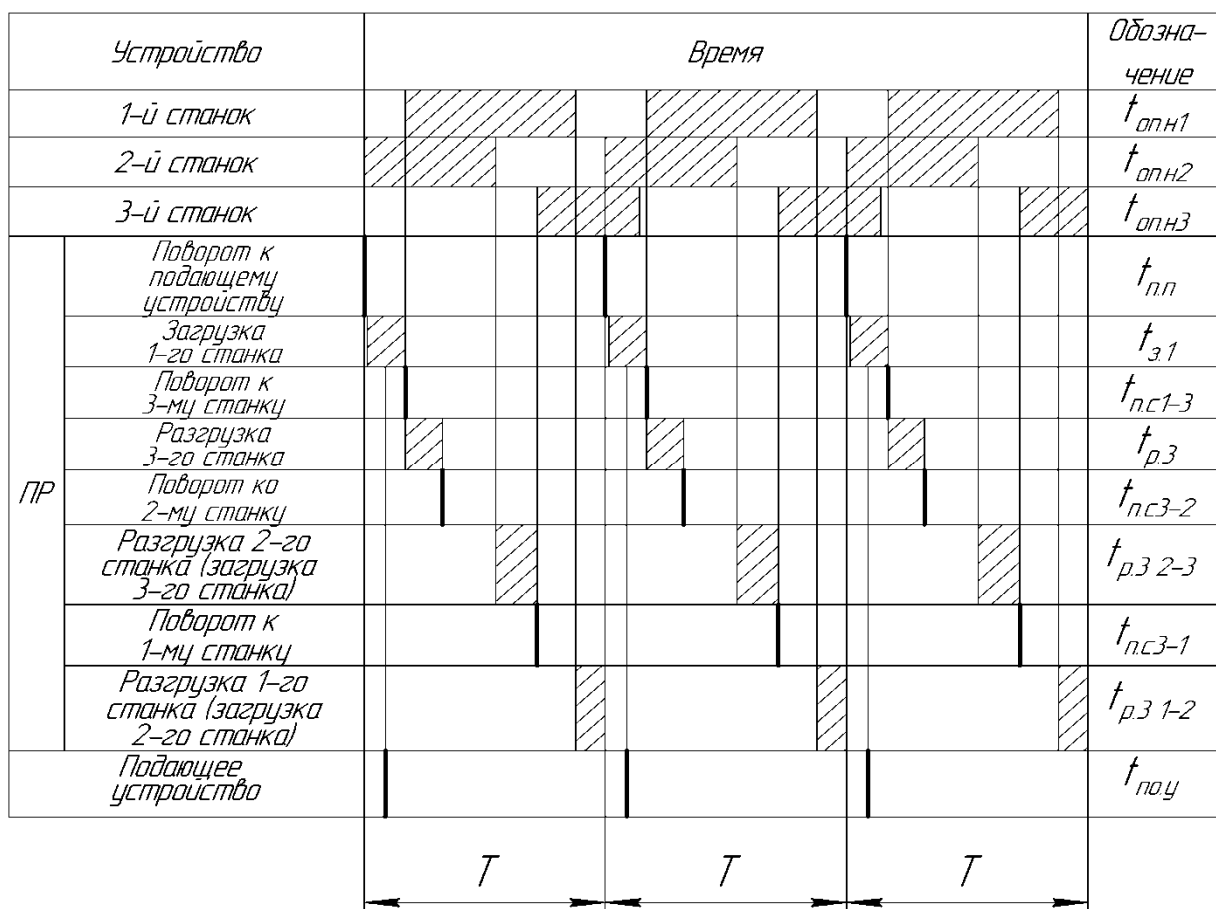
В общем случае время цикла работы РТК равно сумме времени работы станка и ПР:

$$T = t_{он.н.} + t_{пр.} = t_{р.х.} + t_{в.х.} + t_{пр.}, \quad (2.64)$$

где для станков с ЧПУ $t_{он.н.} = t_o + t_{м.в}$ – неполное оперативное время, включающее основное время t_o и машинное вспомогательное время $t_{м.в}$; $t_{пр.}$ – неперекрываемое время работы ПР. При составлении циклограммы необходимо стремиться к уменьшению времени цикла за счет частичного совмещения элементов цикла, а также сокращения длины хода и увеличения скорости перемещения механизмов. В оптимальных вариантах часть элементов затрат времени перекрывается. Пример циклограммы работы РТК, состоящего из трех станков, с неполным оперативным временем, не перекрывающим вспомогательное время загрузки-разгрузки ПР, приведен в таблице 2.6 и в работе [54, с.529].

Циклограмма изображается в виде таблицы, верхняя строка которой совмещена с осью координат, где откладывается время. Первая графа таблицы отводится для обозначения оборудования и элементов его работы. В первой левой графе приводится наименование оборудования и его модель, во второй левой графе в отдельных строках – наименование элементов работы оборудования.

**Циклограмма работы РТК с тремя последовательно
работающими станками 1-го типа при $t_{оп.н1} > t_{оп.н2} > t_{оп.н3}$**



Для РТК, включающих не более четырех единиц оборудования, необходимо подробное описание элементов работы, в том числе и ожидания, когда данное оборудование не контактирует с обрабатываемой заготовкой. В строках для каждого обозначенного элемента работы в выбранном масштабе отметить время работы оборудования и заштриховать строку на участках работы оборудования. Ожидание не штриховать.

По циклограмме необходимо определить продолжительность цикла – время пребывания детали в РТК от момента загрузки до момента выгрузки детали после выполнения последней операции и такт – интервал времени выпуска деталей на РТК.

11. Оценить производительность РТК и его технико-экономическую эффективность [54, с.599-603].

12. Выполнить планировку РТК в соответствии с компоновочным планом.

РТК можно строить по схемам круговой или линейной компоновки. Круговые компоновки РТК целесообразно использовать для небольшого числа технологических позиций (до пяти) и при малых размерах рабочей зоны обслуживающего их ПР стационарного типа. При этом эффективно применение двухзахватных конструкций механизма манипулятора. При установке большего числа станков, а также для увеличения зоны обслуживания целесообразно использовать линейные компоновочные схемы РТК и ПР передвижного типа. Выбор того или иного способа расположения оборудования зависит от конструкции технологического оборудования и ПР, от принятой организационной формы производства. На плане РТК наносят границы, вычерчивают в масштабе все элементы РТК: контуры станков в плане с обозначением рабочей зоны, ПР с зоной обслуживания и другого оборудования. При этом должны быть соблюдены нормы технологического проектирования, регламентирующие ширину проходов, расстояний между оборудованием и другими элементами РТК. Расстояние между элементами РТК должно обеспечивать их взаимодействие.

13. Выполнить чертеж общего вида РТК. Контур загружаемой детали вычерчивается красным цветом, и деталь принимается прозрачной. На чертеже проставить габаритные, межосевые, посадочные и присоединительные размеры. Над штампом чертежа записать технические характеристики и технические требования на изготовление. В технической характеристике указываются грузоподъемность, диапазон захвата, интервал регулирования диапазона захвата, усилия зажима заготовки, рабочее давление сжатого воздуха; в технических требованиях – необходимая точность сборки, методы регулирования и испытания, смазка и т. п.

14. Выполнить расчеты одного из элементов автоматизации.

Заданием на проектирование может быть предусмотрено выполнение комплексных тем по ГПС. Примерные темы комплексных дипломных проектов: гибкий автоматический участок (ГАУ) обработки

заготовок корпусных деталей, ГАУ обработки деталей типа вал, автоматизированный комплекс механической обработки корпусных деталей и т. д.

Содержание расчетно-пояснительной записки приведено в приложении 4.

При выполнении комплексных тем по ГПС студенты должны решить комплекс задач, связанных с проектированием основного или вспомогательного производственного процесса.

Основное внимание в дипломном проекте нужно уделить разработке технологических, организационных, экономических вопросов применительно к основному производственному процессу или к одной из функциональных систем ГПС (автоматизированной транспортно-складской системе (АТСС), автоматизированной системе инструментального обеспечения (АСИО), системе автоматического контроля (САК), автоматизированной системе управления обработкой (АСУО), системе обеспечения технологической оснастки, установки деталей на спутники и др.).

При разработке ГПС (ГПМ, ГАУ и т.д.) рекомендуется следующее:

1. Определить рациональную структуру станочной системы, характеристики станков, их функциональную связь. Для этого необходимо:

– проанализировать номенклатуру обрабатываемых деталей и на этой основе сформулировать требования к системе по таким параметрам, как геометрическая форма и размеры деталей, требуемая точность обработки, величина партии и т.д.;

– выбрать конструктивные параметры станков с учетом возможности их агрегатирования и взаимозаменяемости.

В станках с ЧПУ и ГПМ, используемых в составе ГПС, следует предусмотреть автоматическую смену инструмента, совмещенную по времени с выполнением холостых ходов. Станки должны иметь устройство отвода (при необходимости дробления) стружки из зоны резания и автоматического удаления стружки из станка, контрольное

устройство установки обрабатываемых деталей в шпинделе станка или на столе, систему активного контроля точности обработки деталей, обеспечивающих автоматическую подналадку инструмента в процессе работы или его замену. Необходима и система числового программного управления, предназначенная для управления работой станка по заданной управляющей программе обработки деталей в автоматическом и других режимах, а также для управления другими механизмами (ПР, манипуляторами, средствами автоматического контроля и др.).

Основными факторами, определяющими выбор технологического оборудования, являются тип и объем производства, конфигурация и размеры обрабатываемых деталей, способы обработки, частота смены продукции, экономическая целесообразность.

Детали разбивают на группы. В расчетно-пояснительной записке приводят сводную таблицу трудоемкости по группам, алгоритм маршрутного технологического процесса для гибкой системы. Выбор станков по точности и мощности производится в зависимости от величины партии деталей, а их число и расположение определяются с учетом резервных (для компенсации вышедших из строя), а также планируемого годового выпуска деталей.

2. Определить рациональную структуру ГПС и ее характеристики, т. е. определить конфигурацию потока заготовок, выбрать способ транспортирования заготовок и деталей, определить пространственную компоновку ГПС. Обосновать выбор АТСС, необходимость центральных и местных накопителей. Исходя из требуемой производительности всей системы, рассчитать скорость транспортирования заготовок, требуемую вместимость накопителей, общее количество спутников в АТСС. При этом следует учитывать, что время безотказной работы АТСС должно быть не менее 2000 ч., а время восстановления – не более 0,5 ч., стеллажи, накопительные устройства должны иметь датчики кода и датчики наличия груза. Разработать блок-схему управления ГПС.

3. Определить рациональную структуру АСИО и ее характеристику, т. е. выбрать конфигурацию инструментального потока на основе анализа требуемого числа инструментов. Обосновать и принять решение об организации подготовки, комплектования и настройки инструментов, доставки их на рабочие места, смены в накопителе. Определить организационную структуру АСИО.

4. Определить структуру САК:

– разработать перечень задач, решение которых должно быть возложено на систему обеспечения качества;

– определить структурное построение этой системы, число мест контроля и их расположение в общей системе ГПС;

– обосновать необходимость наличия в ГПС специальных систем размерной настройки, поднастройки, систем адаптивного регулирования процессов резания, систем технической диагностики состояния оборудования и других систем.

5. Определить рациональную структуру вспомогательных систем ГПС (стружкоудаления, подачи и регенерации СОЖ и др.).

6. Определить рациональную структуру автоматизированной системы управления (АСУ).

Необходимо увязать все системы по общим критериям, возникающим в результате принятия решения об ориентации на определенные аппаратные средства вычислительной техники и их возможности в части математического обеспечения. В записке следует привести основные решения по АСУ, структурную схему автоматизированной системы функционирования технологического оборудования, разработать алгоритмы управления исходя из технологического процесса.

7. Оценить технико-экономическую эффективность принятого варианта ГПС.

В конструкторскую часть проекта могут входить разработки специальных приспособлений, монтажных столов, перегрузочных станций, накопителей заготовок и обработанных деталей, механизированных складов и стеллажей для хранения инструмента, устройств сме-

ны инструмента, систем установки деталей на спутники, моечных агрегатов, кантователей, специальных средств контроля размеров деталей и других параметров работы и состояния ГПС.

Выбор средств механизации и автоматизации, представляемых в дипломном проекте, производится студентом совместно с руководителем.

В графической части работы выбранное средство автоматизации должно быть представлено в виде чертежа общего вида, из которого отчетливо были бы понятны принципы его работы и взаимодействие деталей, а также способ соединения со станком, который им обслуживается.

Графическая часть должна содержать 2 листа формата А1, на которых изображаются принципиальные схемы управления спроектированных автоматических систем и устройств; оригинальные схемы расчета точности, производительности и работоспособности автоматических систем и устройств; конструкции отдельных узлов автоматических устройств в двух или трех проекциях с необходимыми разрезами и сечениями. На чертеже указываются габаритные и установочные размеры, диапазон перемещения исполнительных элементов и другие размеры (по ГОСТ 2.307-68). Обрабатываемые детали на чертеже показываются красными линиями. Чертежи выполняются в соответствии с ГОСТами и ЕСКД. Схематическое изображение средств автоматизации и механизации не допускается.

В расчетно-пояснительной записке необходимо кратко обосновать выбор конструктивного исполнения, изложить достоинства спроектированного устройства, дать подробное описание его работы, в случаях большой конструктивной сложности устройства принцип его работы дополнительно пояснить кинематической схемой и эскизами, необходимыми для полного понимания конструкции. Выполнение схем и эскизов от руки не допускается. Необходимо указать рабочие характеристики устройства, привести все необходимые расчеты (расчеты обеспечения заданной производительности, экономической эффективности, кинематические, прочностные расчеты, расчеты параметров и режимов спроектированных конструкций). Например,

рассчитывают проходимость изделий в лотках, предельные углы наклона лотка при перемещении изделий на конвейерах и по лоткам, конструктивные параметры элементов загрузочных и транспортных устройств, скорость перемещения заготовок, точность базирования и закрепления заготовок.

Для увеличения производительности труда при сборке и его обеспечения применяется различное технологическое оборудование и оснастка. Правила выбора этих средств установлены ГОСТ Р50-54-93-88. Применение оборудования и оснастки зависит от объема выпуска и характера выполняемых сборочных операций.

При выборе средств механизации и автоматизации сборочных работ следует руководствоваться правилами, предусмотренными ГОСТ Р 50-54-16-87.

Примеры разработанных конструкций по автоматизации технологических процессов приведены в работах [1], [36] и в приложении Ж, рис.Ж 4, рис. Ж.5.

2.6. Специальный вопрос

Это раздел дипломного проекта, подлежащий глубокой, детальной разработке, направлен на решение производственной проблемы на основе применения новейших достижений науки и техники или результатов собственных разработок и исследований. Представленный в проекте специальный вопрос должен не только иллюстрировать его сущность, но и его техническую и экономическую эффективность. При разработке тем технологического направления специальный вопрос должен относиться к применению в проектируемом цехе или цехе базового предприятия новейших достижений науки и техники. Студент должен самостоятельно выбрать тему специального вопроса, что может быть выполнено двумя путями.

Первый путь состоит в том, что студент находит тему специального вопроса во время производственной практики. При этом необходимо в конкретном цехе выявить конкретную производственную

проблему, выражающую определенный недостаток производства: недостаточная стойкость инструмента, образование при механической обработке недопустимых отклонений шероховатости, размеров, формы и расположения поверхностей обрабатываемых деталей, несоответствие точности контроля их, вибрации при обработке и т. п.

Второй путь заключается в том, что студент должен отыскать новые технические или научные разработки, не применяющиеся в цехе базового предприятия, которые могут быть внедрены и могут обеспечить получение технического или экономического эффекта. Для этого необходимо ознакомиться с новинками периодической литературы по журналам "СТИН", "Вестник машиностроения", "Машиностроитель", "Стандарты и качество", "Известия высших учебных заведений. Машиностроение", "Технология машиностроения" и научной литературой в области технологии машиностроения. Глубина поиска – 10 лет.

Примерная тематика специальных вопросов:

1. Повышение эффективности технологического процесса на основе:

– применения новых инструментальных материалов (минералокерамики, сверхтвердых материалов, порошковых инструментальных материалов и др.);

– применения инструментов с износостойкими покрытиями;

– применения ротационного резания;

– внедрения инструментов, обработанных лучами лазера или упрочненных иными способами;

– применения более эффективных новейших смазывающе-охлаждающих средств;

– разработки и внедрения методов и устройств устранения вибраций;

– замены обработки резанием методами физико-химической обработки;

– разработки методов и устройств контроля геометрических параметров деталей;

– применения ультразвукового или низкочастотного вибрационного резания;

– внедрения для обработки различных физических явлений (устранения термоэлектродвижущей силы в процессе резания и т.п.).

2. Исследование причин и разработка мер по устранению брака на отдельных операциях;

3. Исследование возможности повышения производительности на операции;

4. Анализ размерных и кинематических цепей системы «станок - приспособление - инструмент - деталь» (СПИД) с целью повышения точности обработки;

5. Исследование жесткости системы СПИД;

6. Исследование точности и производительности различных методов обработки, анализ и расчет режимов резания;

7. Реферативная работа, содержащая критический анализ и обобщение литературных данных по одному из новых или сложных вопросов технологии машиностроения. Результаты анализа должны быть использованы в дипломном проекте. При этом студент должен изучить и зарубежную литературу по исследуемому вопросу.

Специальный вопрос должен быть представлен графической частью в виде плаката, чертежа, скриншота с программы Power Mill и т.п. и текстом в расчетно-пояснительной записке.

В графической части представляют 3 - 6 графиков-зависимостей, иллюстрирующих эффективность применяемого специального вопроса или способа ее достижения, и приводятся исходные данные для внедрения, результаты расчетов технико-экономической эффективности применительно к проектируемому цеху: снижение трудоемкости, повышение качества, экономический эффект, реально достижимый от внедрения при заданной программе выпуска продукции цехом.

2.7. Расчет и планировка цеха. Организация производства

При проектировании механических и механосборочных цехов одновременно разрабатываются и решаются технологические, экономические и организационные задачи, обуславливающие технико-экономический эффект выполняемого проекта. При этом каждое техническое решение должно быть экономически обосновано и осуществлено при определенной организационной форме, соответствующей данному типу производства. Раздел включает следующие подразделы.

Проектирование цеха. Проектирование цеха предусматривает последовательное решение следующих вопросов:

- а) анализируется производственная программа и уточняется номенклатура деталей, подлежащих производству в проектируемом цехе;
- б) рассчитывается годовая трудоемкость изготовления продукции;
- в) устанавливается производственная структура цеха;
- г) рассчитывается количество производственного и вспомогательного оборудования цеха;
- д) устанавливается необходимый состав и численность работающих в цехе;
- е) выбираются типы и определяются требуемое количество цеховых транспортных средств и грузоподъемных устройств;
- ж) рассчитываются площади цеха;
- з) выбирается тип здания и разрабатывается план цеха и технологическая планировка участка.

Расчет и планировка цеха или участка выполняются в соответствии с рекомендациями [26], [42] и согласовываются с консультантом по строительной части.

Организация производства. По согласованию с руководителем проекта и консультантом по организационно - экономической части в подразделе «Организация производства» решаются ниже перечисленные вопросы:

- а) организация управления проектируемым цехом. В этот подраздел входят решение и разработка таких вопросов как определение

производственной структуры цеха, обоснование численности административного состава цеха, построение схемы управления цехом;

б) организация технологической подготовки производства;

в) организация труда и заработной платы;

г) организация использования средств технологического оснащения.

Этот подраздел включает разработку организации инструментального хозяйства в цехе, организацию ухода, надзора и ремонта производственного оборудования, организацию оперативного планирования и диспетчерской службы, организацию складского хозяйства, транспортного хозяйства и др.

Управление качеством продукции. В этом подразделе студент должен предусмотреть систему мероприятий, направленных на обеспечение высокого качества выпускаемой продукции, как на отдельных производственных участках, так и по цеху в целом, определить операции, требующие обязательного технического контроля, необходимые технические средства контроля, потребные штаты контрольного аппарата, разработать организационную структуру построения цехового аппарата технического контроля.

Подраздел включает два взаимосвязанных раздела: стандартизация и управление качеством продукции.

Стандартизация – это деятельность по установлению характеристик продукции и правил осуществления процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации, утилизации, направленная на упорядочение в определенной области и повышение конкурентоспособности продукции и услуг. Результатом стандартизации является нормативно-технические документы по стандартизации: стандарты, руководящие документы (РД), правила (ПР), рекомендации (Р), методики выполнений измерения (МВИ), классификаторы и др.

Стандарт – нормативно технический документ, устанавливающий характеристики продукции и правила осуществления процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации с целью их добровольного и многократного применения.

Стандартизация бывает международной, региональной, национальной, отраслевой и юридических лиц: предприятий и общественных объединений. Соответственно и стандарты могут быть международными, региональными, национальными, отраслевыми, предприятий и общественных объединений.

Применение стандартов в дипломном проекте обязательно. При этом следует применять и руководствоваться при проектировании национальными стандартами России, межгосударственными стандартами (ГОСТ), и стандартами Сам ГТУ. Применение этих стандартов в дипломном проекте является обязательным, что должно быть подтверждено нормоконтролем.

Прежде всего, следует пользоваться национальными и межгосударственными стандартами, ГОСТами. Последние в России действуют как национальные, так как Россия является членом Межгосударственной стандартизации.

В России публикуется годовой указатель стандартов, которые действуют на территории России как национальные. Руководствуясь этим указателем обязательно необходимо определить по нему, какие стандарты действуют в текущем году в области объекта проектирования.

Выписать номера и наименование этих стандартов и составить таблицу применения национальных стандартов (таблица 2.7).

Руководствуясь содержанием стандарта, следует разработать чертежи режущих инструментов, приспособлений, средств механизации и автоматизации, карты технологических процессов и др.

В технологических картах, технологических наладках следует для каждого инструмента указать наименование режущего инструмента, обозначение и № ГОСТа, марку материала режущей части. Если в чертеже отражены основные требования национального стандарта, то в предпоследнем пункте технологических требований следует указать: инструмент по ГОСТ..., а в последнем пункте: маркирование ГОСТ....

Таблица 2.7

Стандарты, отраженные в дипломном проекте

№п.п	№ стандарта	Наименование стандарта	Раздел, в котором он использован	Характер использования
1	ГОСТ 1643-81	Цилиндрические зубчатые передачи. Допуски.	Технологический процесс, чертеж зубчатого колеса	Назначение допусков, оформление чертежа и карт технологического процесса.

В рамках дипломного проекта студент не в состоянии заниматься подобной деятельностью, да от него этого и не требуется. Достаточно отразить и ответить на вопросы: какие и как используются в проекте различные категории стандартов: государственные, отраслевые и предприятия. При этом каждый последующий по категории стандарт должен применяться лишь при отсутствии соответствующего предыдущего. Если по данному вопросу есть государственный стандарт, то последующие не применяются.

Качество – совокупность характеристик продукции, относящихся к его способности удовлетворять установленные или предполагаемые потребности.

Продукция – результат деятельности, который может быть выражен в любой форме – вещественной или невещественной. Последняя относится к услугам любого вида, информации и энергии.

В мировой практике управление качеством осуществляется на основе системы качества.

Система качества – совокупность организационной структуры, ресурсов, методик, процессов, необходимая для общего руководства качеством и осуществляемая администрацией данной организации. Система качества необходима для административного управления качеством, под которым следует понимать те функции управления организацией, которые определяют политику в области качества, цели и

направления деятельности в области качества и реализуют эти функции путем планирования качества, управление качеством, обеспечение качества и улучшение качества.

Планирование качества – установление требований к качеству, разработка календарных планов, заключение контрактов и договоров. Планирование качества реализуется на стадиях маркетинга и разработки проектной и конструкторской технологической документации.

Управление качеством в рамках системы качества – это деятельность оперативного характера, направленная на достижение требований к качеству, т. е. это деятельность по реализации установленных в системе мероприятий, сроков, календарных планов, деятельность по установлению, обеспечению и поддержанию необходимого уровня качества продукции, осуществляемая на всех стадиях жизненного цикла продукции. Она отражается в дипломном проекте применительно к той стадии жизненного цикла, в которой функционирует объект проектирования и которая его касается. Например, если объект проектирования - устройство, то необходимо отразить те элементы системы управления качеством, которые имеют прямое отношение к проектированию и показателям качества; если объект проектирования - цех, то необходимо описать ту часть системы качества, которая применяется в цехе. При этом необходимо описать показатели качества продукции, выпускаемой цехом, и методы их обеспечения и контроля. Если объект проектирования - изделие, необходимо описать показатели качества объекта, отразив его функциональную пригодность, надежность, безопасность для человека и окружающей среды, экономичность и соответствие норм и методов проектирования установленным требованиям.

В связи с тем, что студент за установленный срок дипломного проектирования объективно не в состоянии разработать систему управления качеством, он должен в период производственной практики ознакомиться с системой качества, разработанной и действующей на базовом предприятии. При этом необходимо сделать из нее письменные извлечения по соприкасающимся вопросам.

Разработка пригодной для сертификации системы качества для предприятия - сложная инженерная задача, решение которой студентом практически невозможно. С этой задачей нередко не справляются мелкие и средние предприятия. Они в этих случаях нанимают соответствующих специалистов из других организаций.

Система качества для любого предприятия и любого вида продукции разрабатывается в соответствии с требованиями международных стандартов серии 9000, к которым относятся ИСО 9001 - 2015, ИСО 9004 - 2011. Эти стандарты утверждены Госстандартом России в качестве государственных стандартов, которые зарегистрированы под следующими номерами 40.001-95, 40.004-95, являющиеся русскими переводами вышеуказанных международных стандартов.

Систему качества в дипломном проекте следует разрабатывать, руководствуясь стандартом ИСО 9004- 2011. В связи с невозможностью разработки одним студентом системы качества в дипломном проекте предусматривается разработка следующих ее основных документов: политики в области качества, требования к качеству, объекты управления качеством применительно к теме проекта, управляющие воздействия по управлению качеством. Требования к этим документам содержатся в стандарте ИСО 9004 - 2011.

Политика в области качества – официальное заявление высшего руководителя организации о целях, задачах и направлениях деятельности в области качества. Она оформляется документально, публикуется и доводится до сведения всех членов организации.

Политика должна содержать:

- 1) четкую формулировку целей и задач в области качества;
- 2) перечень основных достижений и результатов, которые получит предприятие – заказчик и другие потребители выпускаемой предприятием продукции;
- 3) перечень достижений и результатов, которые получают данные предприятия и его работники.

В расчетно-пояснительной записке дипломного проекта необходимо изложить основные элементы системы качества на основании

литературных источников и собственно творчества, либо на основании системы качества базового предприятия, если оно в нем имеется. В этом случае необходимо подробно ознакомиться с системой качества базового предприятия и сделать из нее необходимые выписки: политику в области качества, элементы руководства по качеству и процедуре контроля и поддержания в рабочем состоянии технологических процессов, оборудования, оснастки и средств контроля. При этом особо следует выделить систему обучения персонала, систему мотивации и поощрения работников за качество, систему борьбы с некачественной продукцией и др.

При отсутствии на базовом предприятии системы качества вышеуказанные вопросы необходимо разработать самостоятельно, руководствуясь учебной и периодической литературой и системами качества, имеющимися на однородных предприятиях машиностроения, а также стандартами ГОСТ Р ИСО 9000, ГОСТ Р ИСО 9001, ГОСТ Р ИСО 9004. При этом допускаются извлечения из этих стандартов.

В любом случае в данном разделе дипломного проекта необходимо изложить и представить:

- 1) политику в области качества;
- 2) основные разделы и их характеристики в Руководстве по качеству;
- 3) процедуры контроля, регулирования элементов технологических процессов механической обработки деталей: проверки, контроль и настройка технологического оборудования, оснастки, режущего инструмента и способов контроля и измерения;
- 4) мероприятия по предупреждению возникновения отклонений;
- 5) мероприятия по исключению возможности поступления к заказчику и потребителю продукции, содержащей отклонения.

Требования к качеству делятся на два вида: общие требования, сформулированные в стандарте ИСО 9004 - 2011 и относящиеся к изделию, выпускаемому организацией, и конкретные требования, относящиеся к выпускаемой продукции цехом или организацией. При разработке в дипломном проекте механического цеха к конкретным требованиям относятся те, которые определяют показатели качества

деталей, выпускаемых цехом: показатели физико-механических свойств материалов, точность геометрических параметров. При разработке механосборочного цеха к этим показателям необходимо добавить показатели качества изделия, выпускаемого цехом. Например, для редуктора следует указать передаточное отношение, передаваемую мощность, передаваемый крутящий момент, показатели бесшумности, степени точности зубчатых передач по всем видам норм, массу редуктора, габаритные размеры, ресурс и др.

Далее необходимо определить объекты управления в области качества применительно к спроектированному объекту: цеху, техническому устройству и т.п.

Для механического и механосборочного цеха объектами управления могут быть следующие:

- технологические процессы должны быть документально оформлены в соответствии с требованиями стандартов ЕСТПП, в которых должны быть определены конкретные маршруты, модели всех технических средств: станков, приспособлений, режущих инструментов и измерительных приборов, а также режимы и условия работы. Технологические процессы должны неукоснительно соблюдаться на всех рабочих местах. Технологическая служба цеха должна вести постоянный надзор за соблюдением технологической дисциплины. По каждому производственному участку цеха ведущий технолог должен вести журнал контроля технологического процесса. Отклонения от технологического процесса должны обсуждаться на Совете качества цеха с принятием дисциплинарных мер к нарушителям;

- технологическое оборудование: в цехе необходимо иметь календарные планы всех видов ремонта и технического обслуживания оборудования, а также график периодических проверок точности оборудования, на котором выполняются работы по 6, 7, 8 и 9 уровням точности;

- технологическая оснастка: режущие инструменты и станочные приспособления должны постоянно поддерживаться в надлежащем состоянии. Режущие инструменты должны храниться в инструмен-

тальной кладовой и выдаваться на рабочие места в заточенном состоянии без признаков износа и повреждений. Они должны иметь информацию, позволяющую их идентифицировать;

- технологические службы цеха должны вести постоянный надзор за соблюдением правил и режимов применения режущего инструмента, не допуская применения инструмента с износом, превышающим допустимый. В цехе должна быть установлена наглядная информация о том, как проверить пригодность режущего инструмента к обработке.

- отклонение от правил применения режущего инструмента должны отражаться в журнале контроля технологического процесса и обсуждаться на Совете качества;

- средства измерения, кроме тех, которые находятся в ведении ОТК, должны храниться в отдельном помещении, иметь предусмотренные техническими требованиями футляры, паспорта, свидетельства поверки или сертификаты о калибровке;

- к измерениям допускаются только утвержденные или сертифицированные средства измерения.

Станочные крепежные приспособления подлежат постоянному надзору за их применением, содержанием и хранением. Не допускается наличие ржавчины, заусенцев на поверхности приспособлений, заусенцев и забоин на базовых элементах приспособлений. Приспособления должны применяться, содержаться и храниться в очищенном от стружки и грязи состоянии, а для длительного хранения сроком свыше трех месяцев должны консервироваться. Приспособления должны иметь информацию, позволяющую их идентифицировать.

Для контроля требований качества механический цех должен иметь все необходимые ресурсы: средства контроля, измерений и испытаний, нормативно-техническую и конструкторскую документацию, квалифицированные кадры и помещения, отвечающие установленным требованиям.

Бюро цехового контроля должно иметь помещения, содержащие необходимые средства контроля: профилометр, инструментальный микроскоп, биение мер, средства контроля зубчатых колес и передач, средства контроля химических свойств металлов и сплавов, средства контроля внутренних и поверхностных трещин, аттестованные угловые и концевые меры, контрольную плиту, оснащенную стойкой и средствами контроля отклонений от плоскостности и прямолинейности.

Перечень обязательных средств контроля с указанием марок и моделей должен быть вывешен в установленном месте. Мелкие детали, массой не более 10 кг, в цехах серийного производства должны быть представлены эталонами.

Специальные средства контроля (шаблоны, контрольные калибры, макеты, эталонные детали) должны иметь средства их контроля, хранящиеся отдельно, и выдаются только тема работникам, для которых они предназначены.

Предприятие или цех должны иметь оснащенную лабораторию для обнаружения дефектов деталей.

2.8. Техничко-экономические расчеты

В данном разделе дипломного проекта производятся все необходимые экономические расчеты спроектированного цеха, позволяющие дать сравнительную экономическую оценку выполненного проекта и аналогичных действующих цехов.

Студент-дипломник должен стремиться к достижению не только минимальной себестоимости единицы изготавливаемой в проектируемом цехе продукции, но также и наименьших вложений основных и оборотных средств, приходящихся на единицу выпускаемой продукции, что достигается не только высоким техническим уровнем производства, но и совершенством организации труда и производства.

Все экономические расчеты и обоснования затрат необходимо выполнить со ссылкой на источники, откуда взяты нормативы. Расчетные данные вносятся в соответствующие таблицы.

Методика выполнения данного раздела обязательно согласовывается с консультантом по экономической части.

2.9. Охрана труда и окружающей среды

Обеспечению охраны труда, техники безопасности и противопожарной техники в производстве уделяется исключительное внимание. Каждый студент в своем дипломном проекте обязан обеспечить соблюдение всех действующих норм охраны труда и техники безопасности, а также противопожарной техники.

Расчетно-пояснительная записка к дипломному проекту должна осветить, выполнение этих норм и охватить следующие вопросы:

1. Анализ опасных и вредных производственных факторов, действующих в спроектированном цехе.
2. Мероприятия по безопасным условиям труда.
3. Мероприятия по производственной санитарии и гигиене труда.
4. Индивидуальные средства защиты.
5. Противопожарная безопасность.
6. Влияние спроектированного цеха на окружающую среду.
7. Разработка проектных решений по организации системы контроля и регулирования воздействия производства на окружающую среду.

При изложении данных вопросов в расчетно-пояснительной записке необходимо выполнить следующее:

- а) проверить соблюдение норм площади и объема помещений, приходящихся на одного работающего;
- б) обосновать систему отопления цеха, обеспечивающую температуру в соответствии с установленными нормами;
- в) обосновать систему и мероприятия, обеспечивающие устранение пыли, вредных паров и газов;
- г) произвести расчет искусственного и естественного освещения в соответствии с установленными нормами освещенности рабочих мест;

д) разработать мероприятия по устранению шума и вибраций как в производственных помещениях, так и на отдельных станках;

с) предусмотреть электробезопасность в зависимости от рода тока, напряжения и силы, подвески и расположения токоведущих проводов; предусмотреть заземление и зануление, а также предупреждение возникновения статического электричества;

ж) предусмотреть необходимые условия полной безопасности работы на всех видах оборудования.

Разработка технологической документации, организация и выполнение технологических процессов обработки резанием должны соответствовать требованиям системы стандартов безопасности труда ГОСТ 12.3.002-75 «Процессы производственные. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.3.025-80 «Обработка металлов резанием. Требования безопасности».

В подразделе «Противопожарная безопасность» выполняется следующее:

а) указывается характеристика огнестойкости проектируемых зданий и категория проектируемого цеха по пожарной опасности;

б) обосновывается система пожарной сигнализации;

в) определяется эффективная система водоснабжения для противопожарных целей;

г) определяется необходимое количество первичных и вспомогательных средств пожаротушения.

Разрабатываемые в дипломном проекте инженерные решения должны подтверждаться расчетами в расчетно-пояснительной записке с приложением схем, графиков и т.д. Справочные сведения по этому разделу дипломного проекта приведены в источнике [4].

Специальные требования этого раздела уточняются и согласовываются с консультантом по данному разделу проекта.

2.10. Раздел проекта "Заключение"

В данном разделе расчетно-пояснительной записки на основе анализа показателей проекта дается технико-экономическая оценка предложенных в работе технических и организационных решений. Необходимо показать особенности дипломного проекта и его оригинальность, привести конкретные рекомендации по реализации предлагаемой технологии, новых методов и процессов обработки материалов, разработанных конструкций, перечислить собственные конструктивные решения, указать степень их новизны.

При этом необходимо отметить, за счет чего достигнуто:

- повышение точности обработки;
- повышение производительности труда;
- снижение себестоимости продукции;
- улучшение условий труда;
- повышение безопасности жизнедеятельности и культуры производства.

Также необходимо отметить и другие преимущества, связанные с реализацией (внедрением в производство) предлагаемых разработок.

3. СОСТАВЛЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Правила оформления расчетно-пояснительной записки должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.105 – 95 «Общие требования к

текстовым документам». Расчетно-пояснительная записка оформляется на листах формата А4 по ГОСТ 2.301 (без рамки, основной надписи и дополнительных граф к ней) на одной стороне листа, одним из следующих способов:

– машинным - с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ; размер букв и цифр шрифта должен быть не менее 12 и не более 14 типографских пунктов, с одинарным (две высоты шрифта) или полуторным (три высоты шрифта) межстрочным интервалом;

– типографским - в соответствии требованиями, предъявляемыми к изданиям, изготовленным типографским способом.

Размеры полей: левое — не менее 30 мм, правое — не менее 10 мм, верхнее — не менее 15 мм, нижнее — не менее 20 мм. Размер абзацного отступа должен быть 10 мм.

Нумерация страниц документа и приложений, входящих в состав документа, должна быть сквозная по всему тексту. Номера страниц проставляются в правом верхнем углу без точки в конце. Если простановка номера страниц будет мешать восприятию, то их не пишут, но имеют в виду при нумерации последующих страниц (например, для титульной страницы, некоторых рисунков на отдельных листах и т.п.). При двухсторонней печати номера страниц проставляются во внешнем верхнем углу.

Опечатки, описки и графические неточности исправлять закрашиванием корректором и написанием (наклейкой) на том же месте исправленного текста (изображения) машинным или рукописным способом. Повреждения листов документа, помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста не допускаются.

Структурными элементами расчетно-пояснительной записки являются:

1. титульный лист;
2. реферат;
3. содержание;
4. перечень сокращений, условных обозначений, символов,

единиц и терминов (необязательный компонент структуры);

5. введение;
6. основная часть;
7. заключение;
8. библиографический список;
9. приложения (при наличии);
10. задание на выполнение дипломного проекта.

Расчетно-пояснительную записку следует переплетать, при брошюровке без переплета все листы записки прошнуровываются.

При групповом проектировании каждый студент разрабатывает расчетно-пояснительную записку и графическую документацию в соответствии с индивидуальным заданием. Если расчетно-пояснительная записка является частью комплексной темы, то сначала печатают строчными буквами (первая буква - прописная) наименование коллективной темы, а далее печатают прописными буквами - наименование индивидуальной части темы проекта.

Для обозначения составных частей проекта следует соблюдать следующую структуру:

- вид работы;
- код специальности (15.03.05), индекс, присвоенный кафедре в университете (152-30);
- порядковый регистрационный номер темы проекта;
- порядковый номер документа в проекте.

Например, для темы, под номером С12 на кафедре 152-30 по специальности 15.03.05, обозначения будут следующие:

Сф Сам ГТУ 15.03.05. 152-30.С12.01 ТЗ - задание;

Сф Сам ГТУ 15.03.05. 152-30.С12.02 ПЗ – расчетно-пояснительная записка;

Сф Сам ГТУ 15.03.05. 152-30.С12.03 - первый лист графического материала проекта;

Сф Сам ГТУ 15.03.05. 152-30.С12.04 - второй лист графического материала проекта;

Сф Сам ГТУ15.03.05. 152-30.С12.05 - третий лист графического материала проекта и т.д.

Элементы даты подписания титульного листа приводят в такой последовательности: день, месяц, год, например, 02.06.2015.

Пример оформления титульного листа приведен в приложении И. Задание выдается преподавателем.

Реферат является структурным элементом дипломного проекта. Реферат следует располагать на отдельной странице со спуском не более 40 мм. Объем текста реферата не более одной страницы.

Реферат в соответствии с ГОСТ 7.9 должен содержать:

1) сведения о количестве страниц документа, количестве иллюстраций, таблиц, приложений, количестве использованных источников, сведения о количестве и формате листов графической части проекта;

2) перечень ключевых слов;

3) текст реферата.

Перечень ключевых слов должен включать от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста документа, которые в наибольшей мере характеризуют его содержание. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и печатаются прописными буквами в строку через запятые.

В тексте реферата надо отразить сущность выполненного проекта (объект исследования или разработки, цель работы, методы исследования, полученные результаты, область применения, экономическую эффективность или значимость проекта). Пример составления реферата на расчетно-пояснительную записку к дипломному проекту приведен в приложении К.

Содержание включает введение, наименование всех разделов, подразделов, именованных пунктов, заключение, список использованных источников, приложения с указанием страниц, с которых начинаются эти наименования.

Введение, заключение, список использованных источников не нумеруются. Заголовки разделов, подразделов и пунктов указываются с их номерами.

Слово "СОДЕРЖАНИЕ" печатают в виде заголовка прописными буквами без точки в конце и выравнивают по центру строки. Наименования, включенные в содержание, записывают с абзацного отступа строчными буквами, начиная с прописной буквы. Содержание включают в общее количество листов документа.

Введение должно содержать оценку современного состояния решаемой проблемы, основные и исходные данные для разработки. Во введении должны быть показаны актуальность и новизна темы. Слово "ВВЕДЕНИЕ" пишут в виде заголовка прописными буквами без цифрового обозначения, без точки в конце и выравнивают по центру строки.

Содержание основной части документа определяется преподавателем, выдающим задание на дипломный проект.

Основную часть излагают в виде сочетания текста, иллюстраций и таблиц.

Структурными элементами основной части документа являются разделы, подразделы, пункты, подпункты и перечисления.

Раздел - первая ступень деления, обозначенная номером и снабженная заголовком.

Подраздел - часть раздела, обозначенная номером и имеющая заголовки.

Пункт - часть подраздела, обозначенная номером и имеющая заголовки.

Подпункт - часть пункта, обозначенная номером и имеющая заголовки. Не следует помещать текст между заголовками раздела и подраздела, между заголовками подраздела и пункта, между заголовками пункта и подпункта.

Заголовки разделов печатают прописными буквами, без подчеркивания и выравнивают по центру строки. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные араб-

скими цифрами и записанные с абзацного отступа. Очередной раздел документа можно печатать с новой страницы.

Заголовки подразделов, пунктов и подпунктов записывают с абзацного отступа строчными буквами (кроме первой прописной). Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание соответствующих рубрик.

Номер пункта состоит из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками.

Пункты, при необходимости, разбивают на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта, например: 4.2.1.1, 4.2.1.2 и т.д. Внутри подпунктов могут быть приведены перечисления.

В конце номера рубрики точка не ставится. Точку в конце заголовков рубрик не ставят. Перенос слов в заголовках не допускается. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Оформление иллюстраций расчетно-пояснительной записки выполняется с помощью графических компьютерных программ-редакторов или с помощью чертежных инструментов по ГОСТ 7-32. Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Содержимое чертежей, схем, диаграмм, графиков должно соответствовать требованиям действующих стандартов ЕСКД и ЕСТД. Иллюстрации располагают непосредственно после первого упоминания или на следующей странице. Иллюстрации на листах формата А3 располагают только в приложении.

Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией или в пределах раздела. Например: "Рисунок 8", "Рисунок 3.2". Если рисунок один, то он не нумеруется и слово "Рисунок" под ним не пишется. Если иллюстрация не помещается на одной странице, то название иллюстрации помещают на первой странице, поясняющие данные - к каждой странице и под ними указывают "Рисунок...., лист".

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например: "Рисунок А.2.3".

Иллюстрации должны иметь наименование, которое помещают под иллюстрацией, при необходимости иллюстрации могут иметь пояснительные данные. Положения пояснительного текста отделяют от текста с помощью тире. Текст пояснений каждой позиции начинается со строчной буквы и заканчивается точкой с запятой, в конце пояснений точку не ставят.

Слово "Рисунок" и наименование помещают перед пояснительными данными. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. Например: Рисунок 1.1.

Оформление таблиц расчетно-пояснительной записки выполняется по ГОСТ 7-32 и ГОСТ 2.105. Таблица состоит из головки («шапки»), в которой написаны заголовки и подзаголовки граф (столбцов), и боковика, в котором записаны заголовки строк.

Название таблицы следует помещать над таблицей строчными буквами, кроме первой прописной. Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерации или в пределах раздела, например, "Таблица 4", "Таблица 2.4". Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена "Таблица 1" или "Таблица 3.1", если она приведена в приложении 3. Слово "Таблица" пишется справа над таблицей. При переносе части таблицы слово "Таблица" и ее название указывают один раз над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова "Продолжение табл.", "Окончание табл." с указанием номера (обозначения) таблицы.

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово "таблица" с указанием её номера. Таблица размещается после абзаца, содержащего ссылку на нее, или на следующей странице после ссылки.

Не допускается разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями. Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы можно не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей. Единицы измерения физических величин указывают в заголовках граф таблицы или в заголовке всей таблицы.

При переносе таблицы на следующую страницу или при делении на части повторяют головку (перенос вниз), боковик (перенос вправо) или головку с боковиком (деление на части). Брошюровать страницы с продольными таблицами надо так, чтобы при чтении такой таблицы документ поворачивался бы по часовой стрелке. Примеры оформления таблиц смотри в приложениях.

Формулы выравниваются по центру строки, а номер формулы выравнивается по правой границе строки. В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснение символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. При написании формул следует правильно применять знаки препинания: двоеточие - перед перечислением формул, точка с запятой - между формулами, запятая - если формула заканчивает главное предложение, точка - если формула заканчивает фразу.

Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова "где" без двоеточия после него, например:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (3.1)$$

где ρ - плотность образца, кг/м³;

m - масса образца, кг;

V - объём образца, м³.

Формулы, за исключением формул, помещаемых в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например (3.1).

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, в формуле (3.1).

Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения.

Ссылки на источники следует указывать порядковым номером по списку использованных источников, выделенным квадратными скобками, например [3], [11, с. 93], [19, разд. 3].

Ссылаться следует на источники в целом или его разделы и приложения. Ссылки на подразделы, пункты, таблицы и иллюстрации не допускаются, за исключением подразделов, пунктов, таблиц и иллюстраций данного документа.

Повторные ссылки на разделы, таблицы, иллюстрации и приложения данного текстового документа отличаются от первичных ссылок добавлением слова «см.», например, (см. таблицу 2.1), (см. рисунок 3.2).

Сноски в тексте обозначают надстрочным символом (арабской цифрой или звездочкой «*»), а текст сноски располагают с абзацного отступа в конце поля страницы, на которой сноски обозначены. Нумерация сносок на каждой странице – отдельная. Сноски отделяют от основного текста короткой горизонтальной линией с левой стороны.

Заключение должно содержать краткие выводы, анализ полученных результатов и технико-экономической эффективности выполненной разработки. Заключение оформляется по правилам нового раздела, но не нумеруется, слово «ЗАКЛЮЧЕНИЕ» пишется прописными буквами. Объем заключения - не более двух страниц.

Библиографический список. Заголовок «БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК» выравнивается по центру строки и печатается про-

писными буквами. В список включают все использованные источники, сведения о которых располагают в алфавитном порядке.

Сведения приводятся в соответствии с ГОСТ 7.1-84, например, для книг, нормативно-технической документации и статей:

1. Кончаловский В.Ю. Цифровые измерительные устройства: Учеб. пособ. для вузов – М: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ, 1985. – 304с.

2. Информатика: Энциклопедический словарь для начинающих/ Сост. Д.А. Поспелов. – М: Педагогика-Пресс, 1994. – 352с.

3. Лотош М.М. Основы теории автоматического управления. Математические методы. – М.: Наука, 1979. – 256с.

4. Программное обеспечение для обработки пространственной географической информации /Ю.Р. Архипов, В.М. Московский, М.В. Павлов и др. //Вестник высшей школы. – 1993, - Т. 1, №4. – С. 102-103.

5. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. – М.: Издательство стандартов, 1996. – 36 с.

6. Штриков Б.Л., Белкин А.Б. Физико-технологические особенности процесса ультразвукового упрочнения //Вестник Самарского государственного технического университета Серия Технические науки. №11 – 2001. С. 152-154.

Сведения об информации из глобальной сети Internet следует показывать, придерживаясь закономерностей стандартного библиографического описания: название страницы, ее адрес, дата обновления, например:

7. Н. Олифер, В. Олифер. Роль коммуникационных протоколов и функциональное назначение основных типов оборудования корпоративных сетей. <http://www.citforum.ru/NETS/protocols/index.shtml>.

8. ISO Международная организация по стандартизации, <http://www.iso.ch>.

9. Заказ стандартов. <http://www.interstandard.gost.ru/>.

Материал, дополняющий расчетно-пояснительную записку, помещают в приложениях и оформляют по ГОСТ 7-32. Приложениями могут быть, например: графический материал, таблицы большого формата (но не больше А3), расчеты, описания алгоритмов и про-

грамм задач, решаемых на ЭВМ и т.д. Приложения, как правило, выполняют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3. Приложение оформляют как продолжение документа на последующих его листах.

В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием в правом верхнем углу прописными буквами слова "ПРИЛОЖЕНИЕ" и его цифрового обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который выравнивается по центру строки и печатается прописными буквами отдельной строкой.

Текст приложения можно рубрицировать, а рубрики, иллюстрации, таблицы, формулы и уравнения нумеровать в пределах каждого приложения по общим правилам. Перед номером ставится обозначение этого приложения. Все приложения должны быть перечислены в содержании документа с указанием их номеров и заголовков.

Текст документа должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований. При изложении обязательных требований в тексте должны применять слова "должен", "следует", "необходимо", "требуется, чтобы", "разрешается только", "не допускается", "запрещается", "не следует". При изложении других положений следует применять слова — "могут быть", "как правило", при необходимости, "может быть, "в случае" и т.д.

При этом допускается использовать повествовательную форму изложения текста документа, например: "применяют", "указывают" и т.п.

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

Перечень допускаемых сокращений слов установлен в ГОСТ 2.316. Если в документе принята специфическая терминология, то перед введением должен быть «ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ, УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СИМВОЛОВ, ЕДИНИЦ И ТЕРМИНОВ» (заголовок этой рубрики без номера печатается прописными буквами) с

соответствующими разъяснениями. Перечень включают в содержание документа. Если сокращения повторяются менее трех раз, то отдельный список не составляют, а расшифровку дают непосредственно в тексте при первом упоминании.

В тексте документа не допускается:

1. применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
2. применять произвольные словообразования;
3. применять сокращения слов, противоречащие правилам русской орфографии и соответствующим государственным стандартам;
4. сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках, в боковиках таблиц и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки.

В документе следует применять стандартизированные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417. Наряду с единицами СИ, при необходимости, в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению. Применение в одном документе разных систем обозначения физических величин не допускается.

Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей, за исключением размеров в дюймах, которые следует записывать $1/4''$; $1/2''$. При невозможности выразить числовое значение в виде десятичной дроби, допускается записывать в виде простой дроби в одну строчку через косую черту, например, $5/32$; $(50A-4c)/(40D+20)$.

4. ВЫПОЛНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

Графические материалы дипломных проектов технологического содержания должны поддаваться идентификации и отвечать установленным требованиям. Требования, не содержащиеся в нормативно-технической документации, устанавливаются выпускающей кафедрой, ответственной за конкретный дипломный проект. В графической

части, все документы должны соответствовать требованиям НТД. Материалы, не предусмотренные НТД, следует помещать в расчетно-пояснительной записке. Нецелесообразно оформлять в виде документа материалы-доказательства оригинальности принятых решений, возможные альтернативные решения - все это необходимо помещать в пояснительную записку. Недопустимо в документах выделять материалы с целью доказательства уровня подготовки студента, например, дублирование обозначений допусков и посадок, обозначение баз и т.п. Дублирование содержания любого элемента вообще недопустимо, т.к. может привести к противоречивому его пониманию и ошибкам. Если базирование детали в технологическом процессе определено изображением в технологической наладке, то схему базирования приводить не следует. В технологических наладках могут применяться оба способа, но в конкретной наладке - один. При этом приоритет следует отдавать изображению способов и элементов базирования. Условные обозначения следует применять при простейших схемах базирования и при оформлении операционных карт. При изображении базирования заготовок необходимо давать изображение примененного приспособления в той степени, которая достаточна для однозначного понимания его устройства и применения.

Графические документы дипломного проекта должны выполняться на листах формата А1 (594x841мм) (ГОСТ 2.301-68). Основная надпись располагается в правом нижнем углу.

В графах основной надписи следует указывать:

1) наименование изделия и документа, если этому документу присвоен шифр. Наименования изделия и документа записываются в именительном падеже в единственном числе; если их наименования состоят из нескольких слов, то на первом месте должно быть имя существительное. например, "Крышка подшипника", "Крышка подшипника (поковка)", "Наладки технологические";

2) обозначение документа дипломного проекта: Сф Сам ГТУ; код специальности –15.03.05; индекс кафедры ТМС по приказу ректора -152-30; регистрационный номер темы дипломного проекта; по-

рядковый номер документа чертеж детали 03, чертеж заготовки 04 и т.д. Например: Сф Сам ГТУ15.03.05. 152-30.С12.03 (графические документы следует нумеровать, начиная с 03);

3) обозначение материала детали: наименование материала, его марка и номер стандарта, например: сталь Ст.3 ГОСТ 380-94 (графа заполняется только на чертежах деталей);

4) массу изделия в кг по ГОСТ 2.109-73;

5) масштаб в соответствии с ГОСТ 2.302-68, например: 1:2; 2:1 и т.п.;

6) порядковый номер листа;

7) общее количество листов документа;

8) индекс (обозначение) группы: гр. МЗ-605.

Чертеж детали выполняется по ГОСТ 2.109-73.

Чертеж заготовки должен быть выполнен по ГОСТ 2.423-73 (отливки) или по ГОСТ 7505-85 (поковки стальные) сплошной основной линией с указанием размеров, предельных отклонений, технических требований, предъявляемых к ней по ГОСТ Р 53464-2009 (отливки из металла и сплавов), по ГОСТ 1180-78 (болванки и заготовки из качественной и высококачественной стали), по ГОСТ 26358-84 (отливки из чугуна).

Заготовки вычерчивают с необходимым количеством проекций, разрезов и сечений, обычно в том же масштабе, в котором выполнен чертеж соответствующей детали.

На чертеже заготовки указывают следующие основные технические требования:

- твердость материала;
- состояние поверхностного слоя и способы устранения дефектов поверхностей;
- методы и степень очистки;
- допустимые погрешности формы и расположения поверхностей;
- номинальные значения и предельные отклонения технологических уклонов, радиусов и переходов;

- методы предварительной обработки (обдирка, обрезка, правка, центрование) и ее качество;
- поверхности, принимаемые за базы на первых механических операциях;
- способы контроля и другие требования.

На чертежах заготовок, изготавливаемых из проката, указывают его профиль, габаритные размеры и массу. В контуры чертежа заготовки тонкими линиями часто вписывают контуры детали. Чертеж и технические требования должны содержать достаточно информации для разработки рабочей документации на изготовление заготовок в заготовительных цехах. В реальных производственных условиях чертеж исходной заготовки может представлять собой результат совместной работы технологов заготовительного и механического цехов.

В технических требованиях чертежа отливки должны быть указаны нормы точности отливки в следующем порядке:

- класс размерной точности;
- степень коробления;
- степень точности поверхностей;
- класс точности массы;
- допуск смещения отливки.

Пример условного обозначения точности отливки 8-го класса размерной точности, 5-той степени коробления, 4 -той степени точности поверхностей, 7-го класса точности массы с допуском смещения 0,8 мм:

Точность отливки 8 - 5 - 4 - 7 См 0,8 ГОСТ Р 53464 – 2009.

Допускается указывать сокращенную номенклатуру норм точности отливки, при этом указание классов размерной точности и массы отливки является обязательным; ненормируемые показатели точности заменяют нулями, а обозначение смещения опускают. Например:

Точность отливки 8 - 0 - 0 - 7 ГОСТ Р 53464 – 2009.

В дипломном проекте наладки технологические выполняются на трех - четырех листах формата А1. Эскизы операционные следует, вы-

полнять на характерные наиболее сложные операции, а также на отдельные переходы и позиции по ГОСТ 3.1104 -81.

Остальные требования к оформлению чертежей приспособлений, режущего инструмента и средств автоматизации см. раздел 2.

Календарный план выполнения дипломного проекта представлен в приложении Л.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учебное пособие реализуется в учебном процессе при выполнении дипломных проектов, подготовлено в соответствии ФГОС ВПО третьего поколения по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных произ-

водств» для реализации основных образовательных программ бакалавриата, профиль подготовки «Технология машиностроения».

Учебное пособие содержит теоретические положения и практические рекомендации по выполнению дипломных проектов технологического характера, должно способствовать дальнейшему повышению их качества, как в отношении научно-технического уровня, так и в методическом плане.

Учебное пособие позволит выпускникам глубже проникнуть в суть поставленных проблем, проявить свои способности, теоретические и практические знания при разработке современных прогрессивных технологий и технологического оснащения для производства деталей машин.

Сочетание конструкторских, технологических, научно-исследовательских задач в дипломных проектах создает благоприятные условия для проверки подготовленности студента к профессиональной деятельности.

Учебное пособие подготовлено коллективом авторов:

- доцентом Осиповым А.П. – главы 2, 3, 4;
- доцентом Петровой С.П. – глава 2;
- доцентом Малыхиным А.Н. – глава 3 и 4;
- доцентом Широковым А.В. – (п. "Инструментальные наладки" - выполнен в рамках базовой части государственного задания №2014/199 Минобрнауки РФ).

Авторы надеются, что данное пособие будет полезно студентам при выполнении дипломных проектов по специальности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов. /А.Г. Схиртладзе, В.Н. Воронов, В.П. Борискин. – Старый Оскол: «ТНТ», 2011. – 612 с. – ISBN 978-5-94178-195-9

2. Афонькин М. Г., Звягин В.Б. Производство заготовок в машиностроении. – 2-е изд., доп. и перераб. СПб: Политехника, 2007. – 380с. – ISBN 978-5-7325-0622-8
3. Балабанов А. Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 464 с.
4. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. 2-е изд. /Под ред. Михайлова Л.Р. – СПб.: Питер, 2010.– 461 с. – ISBN 5-91180-521-0
5. Безъязычный В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2013. – 568 с. – ISBN 978-5-94275-669-7
6. Блюменштейн В.Ю., Клепцов А.А. Проектирование технологической оснастки: Учебное пособие. 2-е изд, испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 224 с. – ISBN 978-5-8114-1099-6
7. Боровской Г.В., Григорьев С.Н., Маслов А .Р. Справочник инструментальщика./Под общ. ред. А. Маслова. – М.: Машиностроение, 2005. – 464 с.
8. Горбачевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Учебное пособие для вузов. – 5-е изд. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с. – ISBN 978-5-903034-08-6
9. Григорьев И.А., Дворецкий Е.Н. Контроль размеров в машиностроении. Справочное пособие. – М.: Машгиз, 1959. – 400 с.
10. Григорьев С.Н., Кохомский М.В., Маслов А.Р. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ: Справочник /Под общ. ред. А.Р. Маслова. – М.: Машиностроение, 2006. – 544 с. – ISBN 5-217-03363-0
11. Гузеев В.И., Батуев В.А., Сурков И.В. Режимы резания для токарных, сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением. Справочник /Под редакцией В. Гузеева. – М.: Машиностроение, 2005.– 368 с. – ISBN 5-217-03278-2
12. Дмитриев В.А. Проектирование технологического маршрута изготовления детали и определение технологической себестоимости обработки: Метод. указ. к выполнению контр. работы /В.А. Дмитриев. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2011. – 54 с.
13. Железнов Г.С. Процессы механической и физико-химической обработки материалов. Учеб. пособие – М.: Машиностроение -1, 2005. – 359 с. . – ISBN 978-5-94178-195-9

14. Инструментальное обеспечение автоматизированного производства: Учебник для машиностр. спец. вузов / В. А. Гречишников, А. Р. Маслов, Ю. М. Соломенцев и др.; Под общ. ред. Ю. Соломенцева. – М.: Высш. шк., 2001. – 271 с.
15. Инструменты для обработки точных отверстий. 2-е изд., исправл. и доп. / С.В. Кирсанов, В.А. Гречишников, А.Г. Схиртладзе и др. – М.: Машиностроение, 2005. – 336 с.
16. Информация станкостроительного торгово-промышленного объединения. Цены на станки металлорежущие, кузнечно-прессовое, раскройно-заготовительное, автосервисное оборудование. – Изд-во «ДВТ», 2002. – 102 с.
17. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы: Справочник.– М.: Машиностроение, 1983. – 392 с.
18. Кондаков А.И., Васильев А.С. Выбор заготовок в машиностроении: – М.: Машиностроение, 2007.– 560 с. – ISBN 978-5-217-03382-9
19. Константинов И.Л. Технологияковки и горячей объемной штамповки: Учебное пособие. – М.: ИНФРА – М; Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 551 с. – ISBN 978-5-16-006372-0 (ИНФРА – М), – ISBN 978-5-7638-2515-2 (СФУ)
20. Корешков В.Н., Кусакин Н.А., Хейфец М.Л. Управление качеством и сертификация продукции: Справочное пособие. – Мн.: Бел ГИСС, 2000. – 64 с.
21. Косов Н.П., Исаев А.Н., Схиртладзе А.Г. Технологическая оснастка: Вопросы и ответы: Учеб. пособие для вузов. – М.: Машиностроение, 2005. – 304 с.
22. Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. 2-е. изд., исправл. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.
23. Кузнецов Ю.И., Орлов А.Е. Приспособления и оснастка для базирования и крепления деталей типа тел вращения на металлорежущих станках. /ВНИИТЭМР – М.: ВНИИТЭМР,1991. – 304 с.
24. Маслов А.Р. Инструментальные системы машиностроительных производств: учебник. – М.: Машиностроение, 2006. – 336 с.

25. Маталин А.А. Технология машиностроения: учебник. 2-е изд., испр. – СПб. : Издательство "Лань", 2008. – 512 с. – ISBN 978-5-8114-0771-2
26. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Проектирование механосборочных цехов»/ Уютов А.А.– Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2012. – 45 с.
27. Новицкий Н. И. Организация, планирование и управление производством: Учебно- метод. пособие для вузов. /Н.И. Новицкий , В.П. Пашуто; под ред. Н. Новицкого. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 576 с.
28. Обработка металлов резанием: Справочник технолога /А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А. Панова. – М.: Машиностроение. 1988. – 736 с.
29. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполненных на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть 1. Нормативы времени. – М.: «Экономика», 1990. – 207 с.
30. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполненных на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть 2. Нормативы режимов резания. – М.: «Экономика», 1990. – 473 с.
31. Общемашиностроительные нормативы режимов резания. Т.1 /А.Д. Локтев, И.Ф. Гуцин, В.А. Батуев и др. – М.: Машиностроение, 1991. – 640 с.
32. Общемашиностроительные нормативы режимов резания. Т.2 /А.Д. Локтев, И.Ф. Гуцин, В.А. Батуев и др. – М.: Машиностроение, 1991. – 304 с.
33. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарно-сборочные и слесарные работы по сборке машин: Массовое и крупносерийное производство М.: Машиностроение, 1973. Серийное производство. М.: Машиностроение, 1968.
34. Общесоюзные нормы технологического проектирования механообработывающих и сборочных цехов предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Гипростанок, М.: НИИМАШ, 1984.- 112 с.

35. Основы автоматизации техпроцессов [Текст]: учеб. пособие для вузов /А.В. Шагин, В.И. Демкин, В.Ю. Кононов, А.Б. Кабанова. – М.: Высш. образование, 2009. – 287 с.
36. Осипов А.П., Петрова С.П. Автоматизация технологических процессов в машиностроении: Учебное пособие. /Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2012. – 137 с. – ISBN 978-5-7964-1583-2
37. Осипов А. П., Петрова С. П. Технологическая оснастка. Учеб. пособие. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2006. –110 с.
38. Осипов А. П., Петрова С. П. Базирование при механической обработке. Учеб. пособие. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2011. – 110 с. – ISBN 978-5-7964-1189-6
39. Организация, планирование и управление производством. Практикум: Учеб. пособие для вузов. / Под ред. Н. Новицкого – М.: Кнорус, 2006. – 320 с.
40. Приспособления к металлорежущим станкам. Детали и сборочные единицы общего применения. Конструкция. Ч. 1, 2. Альбом А.31.0175.40-91. – М.: Изд. стандартов, 1991. – 502 с., 467 с.
41. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник /В. И. Баранчиков, А. В. Жариков, Н. Д. Юдин, А. И. Садыхов.; под общ. ред. В. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. –400с.
42. Проектирование машиностроительного производства: Учебник для вузов /В.П. Вороненко, Ю.М. Соломенцев, А.Г. Схиртладзе; под. ред. чл.– корр. РАН Ю. Соломенцева. 2-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2006. – 380 с.
43. Проектирование технологических процессов в машиностроении: Учеб. пособие для вузов /И.П.Филонов, Г.Я. Беляев, Л.М. Кожуро и др.; Под общ. ред. И. Филонова; + CD. – Мн.: УП «Технопринт», 2003. – 910 с.
44. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении: Учеб. пособие /В. В. Бабук, В. А. Шкред и др.; под ред. В. Бабука. – Мн.: Высш. шк., 1987. – 255 с.?
45. Проектирование технологических процессов сборки машин: учебник /А.А. Жолобов, В.А. Лукашенко, И.С. Сазонов, А.Н. Рязанцев; под общ. ред. проф. А.А. Жолобова. – Мн.: Новое знание, 2005, – 410 с. – ISBN 985-475-009-X

46. Радкевич Я. М. Расчет припусков и межоперационных размеров в машиностроении. Учеб. пособие для машиностр. вузов. – М.: Высш. шк., 2004. – 272 с.

47. Режущие инструменты, оснащенные сверхтвердыми и керамическими материалами, и их применение: Справочник /В. П. Жедь, Г. В. Боровский, Я. А. Музыкант, Г. М. Ипполитов. – М.: Машиностроение, 1987. – 320 с.

48. Режущий инструмент. Курсовое и дипломное проектирование. Учеб. пособие. / Под. ред. Е. Фельдштейна. – Мн.: Дизайн ПРО, 2002. – 320 с.

49. Резание материалов: термомеханический подход к системе взаимосвязей при резании: Учебник для техн. вузов. /С. А. Васин, А. С. Верещака. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 448 с.

50. Рогов В. А. Чудаков А. Д. Средства автоматизации производственных систем машиностроения. Учеб. пособие для вузов./В.А. Рогов, А.Д. Чудаков. – М.: Высш. шк., 2005. – 399 с. – ISBN 5 - 06- 004840 – 3

51. Справочник инструментальщика /И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др. – М.: Машиностроение, 1987 – 846 с.

52. Справочник конструктора-инструментальщика /В.И. Баранчиков, Г.В. Боровской, Ю.В. Гаврилов и др.; под общ. ред. проф. В.А. Гречишников, С.В. Кирсанова – 2-ое изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2006. – 542 с.

53. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. /Под ред. А. Косиловой и Р. Мещерякова. Т.-1. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.

54. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. /Под ред. А. Косиловой и Р. Мещерякова. Т.-2. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.

55. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1 /Под ред. А. Дальского, А. Косиловой, Р. Мещерякова, А. Сулова – 5 - е изд., перераб. и доп. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2001. – 912 с.

56. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 /Под ред. А. Дальского, А. Косиловой, Р. Мещерякова, А. Сулова – 5-е изд., перераб. и доп. Т. 2.– М.: Машиностроение, 2001. – 905 с.

57. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 /Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение – 1, 2003. – 912 с.

58. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. /Под ред. Б. Вардашкина, А. Шатилова. Т. 1. – М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.
59. Станочные приспособления: Справочник. в 2-х т. /Под ред. Б. Вардашкина, В. Данилевского. Т. 2. – М.: Машиностроение, 1984. – 655 с.
60. Суслов А.Г. Технология машиностроения: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2007. – 430 с. – ISBN 978-5-217-03371-3
61. Технологические основы управления качеством машин /А.С. Васильев, А.М. Дальский, М.Л. Хейфец и др. – М.: ФТИНАНБ, 2002. – 216 с.
62. Технологичность конструкций изделий: Справочник /Под ред. Ю. Амирова. – М.: Машиностроение, 1985. – 368 с.
63. Типаж оборудования автоматизированных транспортно-складских систем для гибких производственных систем на 1985-1990 гг. – М.: ВНИИТЭМР, 1985.
64. Торопов Ю. А. Припуски, допуски и посадки гладких цилиндрических соединений. Справочник. – СПб.: Изд-во «Профессия», 2003. – 598 с.
65. Управление качеством продукции. /Под ред. В. Бойцова, А. Гличева. – М.: Изд. стандартов, 1985. – 464 с.
66. Фатхудинов Р. А. Организация производством. – М.: ИНФРА – М., 2001. – 672 с.
67. Федюкин В. К., Дурнов В. Д., Лебедев В. Т. Методы оценки и управление качеством промышленной продукции. Учебник. Изд. 2-ое, перераб. и доп. – М.: Информ. изд. центр «Филинь» Рилант, 2001. – 328 с.
68. Фельдштейн Е.Э. Металлорежущие инструменты: Справочник конструктора/ Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич, – Минск: Новое знание, 2009. – 1039 с. – ISBN 978-985-475-346-1
69. Фельдштейн Е.Э., Корниевич М.А. Обработка деталей на станках с ЧПУ: учеб. пособие /Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. –2- е изд., испр. – Мн.: Новое знание, 2006 – 287 с.
70. Хейфец М.Л. Математическое моделирование технологических процессов: Справочное пособие. – Новополоцк: ПГУ, 1999. – 104 с.
71. Черпаков Б.И. Технологическая оснастка. Учебник. – М.: Академия, 2003. – 368 с.
72. Шандров Б.В. Технические средства автоматизации. [Текст]. – учебник для студ. высш. учеб. заведений /Б.В. Шандров, А.Д. Чудаков. –

2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 368 с. – ISBN 978-5-7695-6633 - 2

73. Широков А. В., Осипов А.П. Выбор инструментальной оснастки иностранных фирм Sandvik Coromant и Dormer. Учеб. - метод. пособие. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т. 2007. – 20 с.

Перечень ГОСТов, рекомендуемых к использованию при выполнении дипломного проекта

ГОСТ 3.1121-84 ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на типовые и групповые технологические процессы (операции). Введ. 1986 - 01 - 01. – М.: Стандартиформ, 2005. – 47 с.

ГОСТ 3. 1105 – 84 ЕСТД. Формы и правила оформления документов общего назначения. Введ. 1986 - 01 - 01. Изд-во стандартов, 1984. – М.: Стандартиформ, 2008. – 21 с.

ГОСТ 3. 1118 – 82 ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт. Введ. 1984 - 01 - 01. Изд-во стандартов, 1983. – М.: Стандартиформ, 2003. – 21 с.

ГОСТ 3. 1404 – 86 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием. Введ. 1987 - 01 - 01. Изд-во стандартов, 1986. – М.: Стандартиформ, 2003. – 60 с.

ГОСТ 3. 1502 – 86 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технический контроль. Введ. 1987 - 01 - 01. Изд-во стандартов, 1986. – М.: Стандартиформ, 2003. – 15 с.

ГОСТ 3.1702-79 ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием. Введ. 1981 - 01 - 01. – М.: Стандартиформ, 2003. – 33 с.

ГОСТ 14. 205 – 83. Технологичность конструкции изделий. Термины и определения. Введ. 1983 - 07 - 01. Изд-во стандартов, 1983. – М.: Стандартиформ, 2009. – 30 с.

ГОСТ 31.1001.01-88 Приспособления станочные для станков с ЧПУ, ГПМ, ГПС. Основные параметры. Введ. 1990 - 01 - 01. – М.: Стандартиформ, 2005. – 36 с.

ГОСТ 25557-2006. Конусы инструментальные. Основные размеры – Введ. 2008-01-01. – М.: Стандартиформ. 2007. – 12 с.

ГОСТ 25827-93. Хвостовики инструментов с конусом 7:24. Размеры. – Вед. 1995-01-01. – М: Госстандарт России: Изд-во стандартов. 1994. – 10 с.

ГОСТ РД-50-533-85. Методические указания. Система стандартов технологической оснастки. Приспособления к металлорежущим станкам. Информационно-поисковая система по выбору. Основные требования. Правила выбора приспособлений. Введ. 1986-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 45 с.

ГОСТ РД 50-34.698-90 ЕСТПП. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов. Введ. 1992 - 01 - 01. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 27 с.

ГОСТ Р 50-54-11-87 ЕСТПП. Общие положения по выбору, проектированию и применению средств технологического оснащения. Введ. 1987-09-22 – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1987. – 20 с.

ГОСТ Р 50-54-16-87. ЕСТПП. Выбор средств механизации и автоматизации производственных процессов. Введ. 1987 - 06 - 30. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1987. – 63 с.

ГОСТ Р 50-54-85-88. Проектирование роботизированных технологических процессов. Введ. 1988-06-28. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 49 с.

ГОСТ Р 50-54-93-88. Классификация, разработка и применение технологических процессов. Введ. 1988-07-04. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 35 с.

ГОСТ Р 51547-2000. Хвостовики инструментов полые конические типа HSK. Основные размеры. – Вед. 2001-01-01. – М: Госстандарт России: Изд-во стандартов. 2000. – 9 с.

ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. Введ. 2009 - 12 - 09. – М.: Стандартиформ, 2010. – 56 с.

ГОСТ ISO 26623-1:2014. Polygonal taper interface with flange contact surface – Part 1: Dimensions and designation of shanks.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Пример задания на дипломный проект по технологии машиностроения (специальность 15.03.05)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
в г. Сызрани

Факультет _____ очно-заочного обучения _____
 Кафедра _____ Технология машиностроения _____

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта
Сф Сам ГТУ 15.03.05. 152-30. 15Т2. 01. Т3

Студенту Исаеву Дмитрию Сергеевичу, 5 курс, очно-заочный факультет, гр. МВБ-523

Вид работы _____ дипломный проект _____

Тема проекта Механосборочный цех по выпуску сушиллки паровой панельной с подробной разработкой технологического процесса изготовления корпуса подшипника 22.893.54-2

Срок сдачи студентом законченного проекта 05.06.15

Исходные данные к проекту Чертеж детали 22.893.54-2 «Корпус подшипника». Технологический процесс механической обработки детали на ОАО «Тяжмаш». Годовая трудоемкость.

Наименование вопроса	Достигнутые результаты освоения ОПОП
1. Технологические разработки Разработка технологического процесса механической обработки детали «Корпус подшипника» 22.893.54-2, технологические операции. Маршрутно-операционный технологический процесс изготовления корпуса подшипника 22.893.54-2. Технологические карты МК, ОК.	ОК-1, ОК-6, ПК-4, ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-26,
2. Научно-исследовательские разработки Исследование причин появления брака при производстве картеров задних мостов.	ПК-45, ПК-46
3. Конструкторские разработки Расчет и проектирование в объеме технического проекта приспособления станочного приспособления. Расчет и конструирование специального режущего инструмента или контрольного приспособления.	ПК-9, ПК-12, ПК-14, ПК-22, ПК-23, ПК-37
4. Специальный вопрос.	ПК-48
5. Расчет и планировка цеха	ПК-47
Наименование вопроса	Достигнутые результаты освоения ОПОП
6. Организация производства.	ПК-27
7. Охрана труда и окружающей среды.	ПК-36
8. Экономика производства Технико-экономические расчеты.	ПК-16

Графические разработки.

- | | |
|---------------------------------------|--------|
| 1. <u>Чертежи деталей и заготовок</u> | 1-2 л. |
| 2. <u>Операционные наладки</u> | 3-4 л. |

3. Чертежи общих видов станочного приспособления, специального режущего инструмента (контрольного приспособления) и другие материалы по спец. вопросу 4 л.
4. Технологическая планировка участка 1 л.
5. Технико-экономические показатели цеха 1 л.
- Итого: 10-12л

Презентационные материалы _____

1. Чертежи деталей и заготовок _____
2. Операционные наладки _____
3. Чертежи общих видов станочного приспособления, специального режущего инструмента (контрольного приспособления) и другие материалы по спец. вопросу _____
4. Технологическая планировка участка _____
5. Технико-экономические показатели цеха _____

Консультанты по разделам проекта:

1. Охрана труда – к.т.н., доцент, доцент Сингеев С.А. _____
2. Строительная часть - к.т.н. доцент, доцент Уютов А.А. _____
3. Экономика - ст. преподаватель Судакова Л.И. _____

(наименование раздела, ученая степень, ученое звание и должность, Ф.И.О. консультанта)

Нормоконтролёр ст. преподаватель Степанова Н.В. _____
(должность, Ф.И.О. нормоконтролера)

Дата выдачи задания « 30 » _____ декабря 2014 г. _____

Задание согласовано и принято к исполнению

Руководитель

Студент

Г. С Железнов
(И.О. Фамилия)

к.т.н., доцент
(уч. степень, уч. звание)

(подпись, дата)

Д.С. Исаев
(И.О. Фамилия)

очно-заочный, гр. МВБ-523
(факультет, группа)

(подпись, дата)

Тема утверждена приказом по Сф Сам ГТУ № _____ от « _____ » _____ 20 _____ г.

Приложение Б

Пример задания на индивидуальный дипломный проект по технологии машиностроения (специальность 15.03.05)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
в г. Сызрани

Факультет _____ Механический _____
Кафедра _____ Технология машиностроения _____

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта
Сф Сам ГТУ 15.03.05. 152-30. 1502. 01. ТЗ

Студенту Супрунову Артему Вячеславовичу, 4 курс, механический факультет, гр. МБ-419

Вид работы дипломный проект

Тема: Механический цех по производству задних мостов автомобилей семейства УАЗ с подробной разработкой комплексно автоматизированного участка механической обработки картеров задних мостов

Исходные данные Номенклатура объектов производства - 5 наименований. Годовая программа выпуска. Рабочие проекты задних мостов. Технические условия на задние мосты.

Перечень подлежащих исследованию, разработке, проектированию вопросов по базовой части проекта:

Наименование вопроса	Достигнутые результаты освоения ОПОП
1. Технологические разработки Маршрутный технологический процесс сборки заднего моста автомобиля УАЗ-451 Д, технологические операции. Маршрутно-операционный технологический процесс изготовления картера заднего моста 451 Д-2401012. Расчет цеха и участка картеров. Планировка участка.	ОК-1, ОК-6, ПК-4, ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-26, ПК-42, ПК-43
2. Научно-исследовательские разработки Исследование причин появления брака при производстве картеров задних мостов.	ПК-46
3. Конструкторские разработки Расчет и проектирование в объеме технического проекта приспособления - спутника и приспособления для фрезерования вне автоматической линии, автоматического загрузочного устройства для сверлильно-расточной операции, приспособления для контроля отклонений от соосности отверстий картера, специального раскатника для обработки отверстий картера.	ПК-9, ПК-12, ПК-14, ПК-22, ПК-23, ПК-37
Наименование вопроса	Достигнутые результаты освоения ОПОП
4. Организация производства (НИР)	ПК-27
5. Безопасность жизнедеятельности и экологическая чистота производства	ПК-36
6. Экономика производства Экономическое обоснование комплексно-автоматизированного участка обработки картеров задних мостов.	ПК-16

Перечень графического материала:

1. Анализ точности механической обработки заготовки картера _____ 1 л.
2. Технологические эскизы _____ 2 л
3. Чертежи общих видов приспособлений, загрузочного устройства _____ 4 -5 л.
4. Технологическая планировка цеха _____ 1л.

Перечень презентационного материала: _____

1. Анализ точности механической обработки заготовки картера _____
2. Технологические эскизы _____
3. Чертежи общих видов приспособлений, загрузочного устройства _____
4. Технологическая планировка цеха _____

Консультанты по разделам проекта:

4. Охрана труда – к.т.н., доцент, доцент Сингеев С.А. _____
5. Строительная часть- к.т.н. доцент, доцент Уютов А.А. _____
7. Экономика - ст. преподаватель Судакова Л.И. _____

(наименование раздела, ученая степень, ученое звание и должность, Ф.И.О. консультанта)

Нормоконтролёр _____ ст. преподаватель Степанова Н.В. _____
(должность, Ф.И.О. нормоконтролера)

Дата выдачи задания « 30 » _____ декабря _____ 2014 г. _____

Задание согласовано и принято к исполнению

Руководитель

Студент

_____ Г. С Железнов _____
(И.О. Фамилия)
_____ к.т.н., доцент _____
(уч. степень, уч. звание)
_____ (подпись, дата)

_____ А.В. Супрунов _____
(И.О. Фамилия)
_____ механический, гр. МБ-419 _____
(факультет, группа)
_____ (подпись, дата)

Тема утверждена приказом по Сф Сам ГТУ № _____ от « _____ » _____ 20 _____ г.

Приложение В

**Типовое содержание расчетно-пояснительной записки
дипломного проекта с развитой технологической частью
(проект цеха, ГАУ, технологического процесса)**

Титульный лист.

Реферат.

Содержание.

Введение.

1. Разработка технологического процесса механической обработки базовых деталей.

1.1. Служебное назначение; техническая характеристика изделий и базовых деталей.

1.2. Анализ технологичности конструкции базовых деталей.

1.3. Определения типа производства.

1.4. Выбор метода и способа получения заготовки. Технико-экономическое обоснование.

1.5. Анализ технологических процессов механической обработки, применяемых на базовом предприятии.

1.6. Выбор маршрутов и методов обработки поверхностей деталей с альтернативными вариантами.

1.7. Выбор оборудования и технологической оснастки.

1.7.1. Выбор металлорежущих станков.

1.7.2. Выбор станочных приспособлений.

1.7.3. Выбор режущего инструмента.

1.7.4. Выбор контрольно-измерительных средств.

1.7.5. Сводная таблица оборудования и технологической оснастки.

1.8. Разработка операций механической обработки с выбором и обоснованием технологических баз, схем базирования и установки заготовок.

1.9. Назначение припусков и допусков по стандартам. Расчет припусков и межоперационных размеров для двух поверхностей.

1.10. Назначение режимов резания. Расчет режимов резания для двух операций (переходов).

1.11. Техническое нормирование и определение разряда работ.

1.12. Сводная таблица режимов резания и норм времени.

1.13. Технико-экономическая оценка спроектированных технологических процессов.

2. Расчет и конструирование станочного приспособления.

2.1. Назначение, состав и описание работы приспособления.

2.2. Расчет приспособления.

2.2.1. Погрешность установки.

2.2.2. Потребное усилие зажима, мощность привода.

2.2.3. Расчет основных элементов на прочность и жесткость.

2.2.4. Оценка эффективности приспособления.

3. Расчет и конструирование специального режущего инструмента или контрольно-измерительного устройства (КИУ).

3.1. Назначение, устройство и работа инструмента или КИУ

3.2. Выбор материала и геометрии режущей части инструмента.

3.3. Выбор схемы измерения (контроля).

3.4. Расчет основных элементов инструмента на прочность (точность КИУ).

3.5. Оценка эффективности инструмента.

4. Автоматизация (механизация) технологического процесса.

4.1. Назначение, состав и описание работы средства автоматизации (механизации).

4.2. Расчет средства автоматизации (механизации).

4.3. Оценка эффективности автоматизации (механизации).

5. Специальный вопрос.

Дать описание его сущности, применение в разработанном технологическом процессе, оценка технико-экономической эффективности и др.

6. Расчет и планировка цеха. Организация производства.

6.1. Анализ производственной программы и установление структуры цеха.

6.2. Расчет требуемого количества производственного и вспомогательного оборудования.

6.3. Расчет и определение требуемого количества подъемно-транспортного оборудования и схемы грузопотоков.

6.4. Расчет требуемого количества работающих и его состав.

6.5. Расчет требуемых площадей, план цеха и планировка участка.

6.6. Выбор типа, конструкции основных параметров и строительных элементов здания цеха.

6.6.7. Техническая характеристика проектируемого цеха.

6.8. Организация управления проектируемым цехом.

6.9. Организация технологической подготовки производства.

6.10. Организация труда и заработной платы.

6.11. Организация использования средств технологического оснащения.

6.12. Управление качеством продукции.

7. Техничко-экономические расчеты.

7.1. Расчет себестоимости изготовления деталей-представителей.

7.2. Составление смет прямых и цеховых расходов.

7.3. Техничко-экономические показатели проектируемого цеха.

8. Охрана труда и окружающей среды.

8.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов, действующих в спроектированном цехе.

8.2. Мероприятия по безопасным условиям труда.

8.3. Мероприятия по производственной санитарии и гигиене труда.

8.4. Индивидуальные средства защиты.

8.5. Противопожарная безопасность.

8.6. Влияние спроектированного цеха на окружающую среду.

8.7. Разработка проектных решений по организации системы контроля и регулирования воздействия производства на окружающую среду.

Заключение.

Библиографический список.

Приложение.

В приложении размещают технологическую документацию и спецификации к сборочным чертежам.

1. Титульный лист (ТЛ) к технологическим документам

2. Карта технологического процесса (КТП) или маршрутная карта (МК).

3. Карта эскизов (КЭ).

4. Операционная карта (ОК).

5. Спецификации.

6. Задание на выполнение дипломного проекта.

Приложение Г

**Типовое содержание расчетно-пояснительной записки
комплексного дипломного проекта по ГПС**

Титульный лист.

Реферат.

Содержание.

Введение.

1. Исходные данные для проектирования.

1.1. Назначение, область применения.

1.2. Производственная программа.

1.3. Режим работы и фонд времени.

2. Технологическая часть.

2.1. Технология механической обработки: уточненная номенклатура деталей, подлежащих обработке на ГПС; предложения по технологичности и метрологичности, обрабатываемых на ГПС деталей; предложения по усовершенствованию заготовок, обрабатываемых на ГПС деталей; уточненные групповые технологические процессы (расширенные маршруты механической обработки по схемам установленных наладок); расчет припусков и межоперационных размеров на ЭВМ для двух многопереходных чистовых операций; выбор оборудования и технологической оснастки; назначение режимов резания: расчет режимов резания; техническое нормирование; сводная таблица режимов резания и норм времени; графики загрузки металлорежущего оборудования; сводная таблица металлорежущего оборудования, оснастки, инструментов; расчет и конструирование специального станочного приспособления; система технического контроля и регулирования качества обрабатываемых деталей;

2.2. Автоматизированная транспортно-складская система (АТСС):

назначение и состав АТСС; технология выполнения операций перемещения, накопления и складирования в АТСС; расчет АТСС и ее компонентов (выбор и расчет количества оборудования на АТСС, его характеристика, выбор тары, поддонов, расчет их потребного количества и т. д.); организация работы АТСС (расчет работающих, организация работы АТСС, организация рабочих мест и труда персонала и т.д.).

2.3. Вспомогательные автоматизированные системы (удаление отходов, приготовление, подача и регенерация СОЖ. подача масла, воды, сжатого воздуха и т.д.). Назначение, функции, описание функционирования, выбор оборудования, организация производства и труда.

2.4. Структурный состав ГПС.

2.5. Основные решения по управлению ГПС.

2.6. Организация производства и труда: организация основного и производственного процесса: организация отделения установки деталей в приспособления и других отделений основного производства ГПС; расчет длительности производственного цикла, величины заделов в ГПС; органи-

зационная структура основного производства; расчет необходимого числа операторов, наладчиков оборудования в одну, две и три смены; расчет потребных площадей с разработкой плана расположения оборудования ГПС; организация рабочих мест и труда персонала в одну, две и три смены, в том числе их обеспечение технической документацией.

2.7. Система обеспечения технологической оснасткой: назначение системы и ее функции, взаимодействие с отделом инструментального хозяйства и инструментальным цехом; расчет количества потребных комплектов УСПО; организация сборки и хранение наладок, их доставки на позиции установки деталей и возврата после окончания обработки партии; организация текущего ремонта; обеспечение ГПС УСПО инструментальным цехом и складами; уточненный расчет потребных площадей, определение номенклатуры и численности работающих.

2.8. Система инструментального обеспечения: назначение подсистемы и ее основные функции; расчет количества потребных комплектов инструментов (по номенклатуре технологических процессов); организация хранения, контроля, переточки и возврата на участок, инструментообеспечения; организации текущего ремонта; обеспечение ГПС инструментом; уточненный расчет потребных площадей и численности работающих.

3. Охрана труда и окружающей среды.
4. Экономика.
5. Заключение.
6. Библиографический список.
7. Приложение.
8. Задание на выполнение дипломного проекта.

Приложение Д

Типовая речь студента на защите дипломного проекта

Здравствуйте. Уважаемые члены государственной экзаменационной комиссии, вашему вниманию представляется дипломный проект на тему: «Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус» механизма фиксации аутригера.

Целью дипломного проекта является проектирование технологического процесса изготовления детали с применением современных и эф-

фективных методов механической обработки, обеспечивающих требуемое качество и минимальную себестоимость обработки.

Исходные данные: чертеж детали «Корпус», представленный на графическом листе №1 и годовой выпуск в количестве 1 детали.

На графическом листе №2 изображена заготовка, полученная методом проката. Данный метод выбран исходя из единичного типа производства. В ходе выполнения дипломного проекта был разработан новый технологический процесс изготовления детали «Корпус» при отсутствии базового (заводского).

При составлении маршрута учитывалось следующее:

– в качестве заготовки используется прокат, что требует применение отрезной операции;

– после отрезной операции, необходимо притупить острые кромки, что потребовало введения слесарной операции;

– данная деталь нуждается в термической обработке; часть операций механической обработки заготовки необходимо провести до термической операции;

– деталь сочетает в себе различные конструктивные элементы, что требует применения нескольких единиц универсального оборудования или одного фрезерно-токарного центра.

Использование универсального оборудования в данном случае не рационально, исходя из следующих соображений.

1) Использование нескольких станков увеличивает погрешность обработки поверхностей детали, уменьшает трудоёмкость её изготовления.

2) Необходимые станки находятся в разных частях цеха, что увеличивает себестоимость изготовления детали из-за наличия затрат на транспортировку полуфабриката от станка к станку.

3) Отсутствие программного управления на станках приводит к необходимости введения в техпроцесс разметочных операций, что увеличивает технологическую себестоимость.

Исходя из вышесказанного, было принято решение использовать фрезерно-токарный обрабатывающий центр, для которого была подобрана соответствующая технологическая оснастка.

Металлорежущее оборудование.

Операция 030. Фрезерно-токарный обрабатывающий центр NL2500/700SY. Данное оборудование выбрано с учётом габаритов детали и необходимости использования контршпинделя. Так как станок NL2500/700SY располагается на первом участке цеха №20, оставшееся оборудование подбиралось из имеющегося на данном участке. Операция 005. Отрезной станок 415-625. Операция 015. Токарно-винторезный станок 16К20Т1-02.

Станочные приспособления: Операция 015. Трёхкулачковый самоцентрирующий патрон ГОСТ 2675-71.

Операция 030. Два трёхкулачковых самоцентрирующих патрона DIN 55027 3534-250/8-1/11-1. Второй патрон используется для сохранения технологической базы (оси заготовки) при передаче заготовки от шпинделя к контршпинделю.

На графическом листе №6 изображены схемы установки инструмента в револьверной головке. Выбор режущего инструмента произведен с учётом используемых методов обработки, операционных размеров, материала детали, имеющегося инструмента на рассматриваемом предприятии.

При дипломном проектировании в системе FeatureCam была разработана управляющая программа для выполнения операции 030.

В рамках специального вопроса произведено сравнение методов обработки резьб М18 и М20 резьбовой фрезой и метчиком. На графическом листе №7 показаны альтернативные технологические наладки переходов 32 и 35 операции 030. Сравнение производилось по двум параметрам: время и себестоимость обработки. Для этого был произведён расчёт режимов резания и себестоимости, в результате чего установлено, что обработка отверстий М18 и М20 метчиками потребует меньших затрат времени, но себестоимость выше. На графическом листе №8 приведены результаты расчётов в виде диаграмм. При выборе оптимального метода обработки резьбы необходимо учесть следующее: в отличие от метчика, резьбовой фрезой можно обработать обе резьбы М18 и М20 с одинаковым шагом 2,5 мм; в случае использования резьбовой фрезы точность диаметра резьбы можно поддерживать за счёт коррекции положения инструмента на станке, что невозможно реализовать в отношении метчика. Учитывая вышесказанное, более целесообразно использовать резьбофрезерование.

На графическом листе №9 изображена планировка участка цеха №20, на которой выделено используемое оборудование. Участок №1 расположен в отдельно стоящем здании размерами 54×118 м, высотой 7,45 м и общей площадью 6372 м². На участке расположено 47 единиц обрабатывающего оборудования, а также 13 единиц подъемно-транспортных средств разной грузоподъемности. На участке работают 22 человека.

На графическом листе №10 изображена сметно-плановая калькуляция затрат на изготовление детали «Корпус». В рамках дипломного проекта была рассчитана полная себестоимость изготовления детали «Корпус», которая составила 15000 руб. Трудоёмкость изготовления детали составила 9 часов.

Доклад закончен. Спасибо за внимание.

Оформление технологических документов

										ГОСТ-3.1122-84 5		
Дубл.												
Взаим.												
Подл.												
										02-141.00147	1	
Разработал	Шабурова Н.П.			Сф.	105.043.02.011							
Проверил	Чубукин Д.Н.			"СамГТУ"				40-141.00147				
БОЛТ-КОЛЕСА												
Н. контр.												КП
С	НПП	Обозначение ДСЕ			Наименование ДСЕ*						Листов	
Ф	НПП	Обозначение комплекта ТД			Наименование комплекта*						Листов	
Г	Обозначение ТД			Услов. обознач.	Лист	Листов	Примечание					
Ф				Комплект документов на тех. процесс изготовления детали								
Г	02-141.00147			ТЛ			Титульный лист					
	42-141.00147			ВО			Ведомость оснастки					
	10-141.00147			МК			Маршрутная карта					
	60-141.00270			ОК			Операционная карта					
	60-141.00264			ОК			Операционная карта					
	20-103.00069			КЭ			Карта эскизов					
	20-141.00488			КЭ			Карта эскизов					
	20-141.00490			КЭ			Карта эскизов					
	20-141.00533			КЭ			Карта эскизов					
ВТД												

Рис. Е.1. Пример оформления ведомости ВТД

													ГОСТ 3.1118-82		Форма 1							
Дубл.																						
Взаим.																						
Подл.																						
													02 141.00147		1							
Разработа	Шабурова Н. П.						Сф	105.043.02.011									10 141.00147					
Проверил	Чубукин Д.Н.						Сам ГТУ															
Нормиров	Макарова Н.Б.							БОЛТ КОЛЕСА														
Н. контр.																						
М01	Круг D28 ГОСТ2590-71/Ст.35 ГОСТ1050-88																					
М02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.		Профиль и размеры				КД	МЗ							
	100104020		796	0.095	1	0.11	0.864	Прокат		D28x6000				82	28.98							
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, обозначение операции			Обозначение документа														
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт					
к/м	Наименование детали, сб. единицы или материала						обозначение, код															
А	115	1	005	ПЕРЕМЕЩЕНИЕ																		
А														ИОТ-046;ИОТ-002;ИОТ-003;								
Б	Кран козловой Q- 3т						13790000	2	1													
Б	Тележка М-001						19217000	2	1													
О	Переместить заготовки на участок резки.																					
Т	Строп УСК1-3,2 РД10-231-98 (2)																					
А	115	1	010	ФРЕЗЕРНО- ОТРЕЗНАЯ																		
А														ИОТ-018;								
Б	Отрезной круглопильный п/автомат 8Г663						17914000	2	1													
О	Отрезать заговку, выдерживая размер 64-1																					
Т	Пила 2257-0162 ГОСТ 4047-82																					
Т	Линейка 300 ГОСТ 427-75																					
Т	Тара I-I-80-60-75-1М ГОСТ14861-91																					
МК/ОК																						

Рис. Е.2. Форма маршрутно-операционной карты и пример ее заполнения

ГОСТ 3.1118-82													Форма 1					
Дубл.																		
Взаим.																		
Подл.																		
													02 141.00147		1			
Разработа	Шабурова Н. П.					Сф	105.043.02.011							60 141.00270				
Проверил	Чубукин Д.Н.					Сам ГТУ												
Нормиров	Макарова Н.Б.					БОЛТ КОЛЕСА												
Н. контр.																		
M01	Круг D28 ГОСТ2590-71/Ст.35 ГОСТ1050-88																	
M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.		Профиль и размеры				КД	МЗ			
			796	0.095	1			Прокат		D28x64				1				
A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, обозначение операции			Обозначение документа										
B	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт	
к/м	Наименование детали, сб. единицы или материала						обозначение, код											
Р							D		B	L	t	l	s	n	V	To	Тшт.к	
A	115	1		020	ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНАЯ													ИОТ-005;
B	Токарно-винторезный 16К20							19165001	3									1
O	1. Установить и закрепить заготовку в 3-х кулачковом патроне.																	
T	Патрон 7100-0009ГОСТ2675-80																	
O	2. Подрезать торец (1)																	
T	Резец 2102-0005 Т15К6 ГОСТ18877-73																	
P								28			18	1,5	1	0,2	800	70	0,12	
O	3. Притупить острую кромку (2)																	
T	Резец 2102-0005 Т15К6 ГОСТ18877-73																	
P								28			3	0,5	1	0,1p	800	70	0,04	
O	4. Переустановить деталь.																	
OK																		

Рис. Е.4. Форма операционной карты и пример ее заполнения (первый заглавный лист)

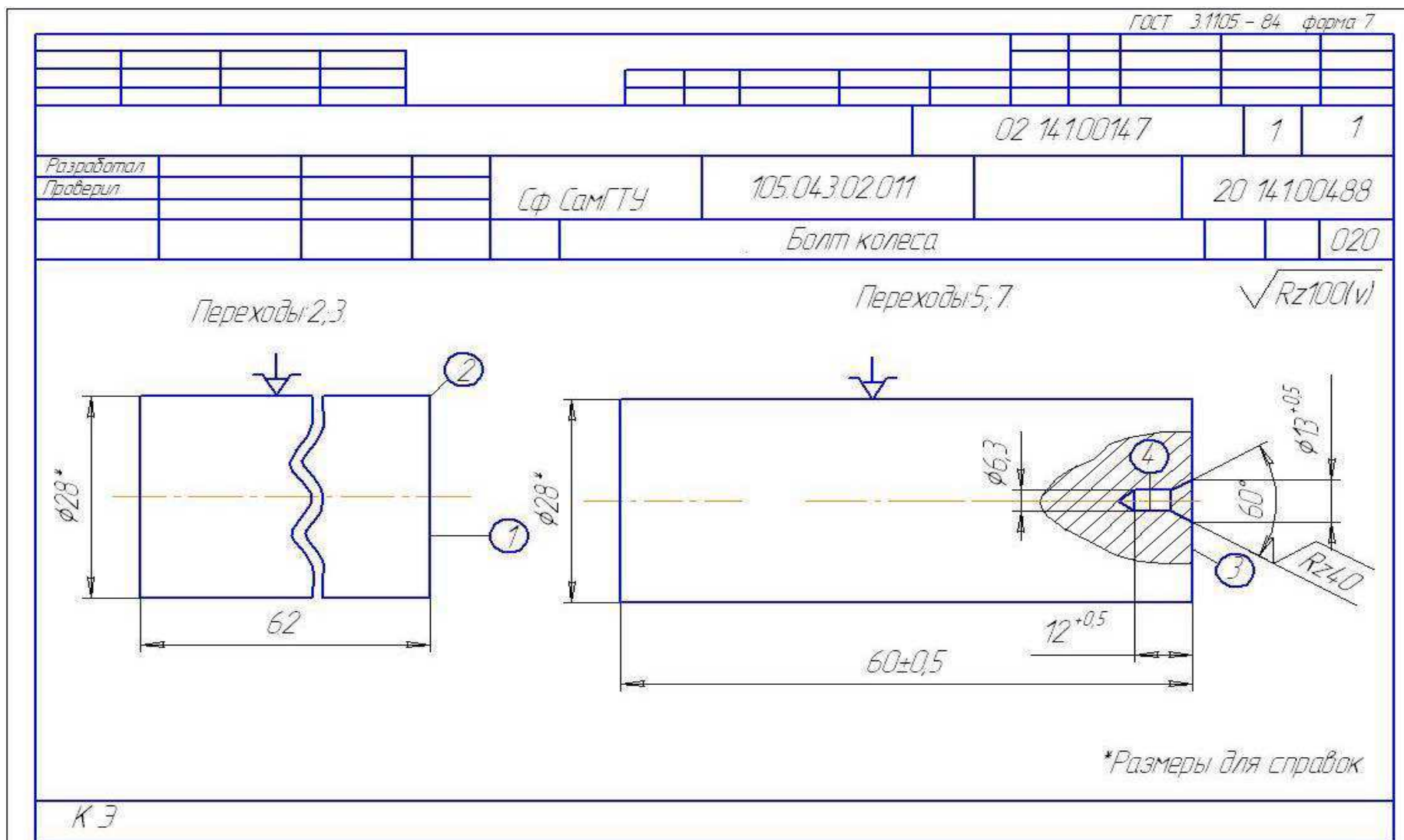


Рис. Е.5. Пример оформления карты эскизов (форма 7)

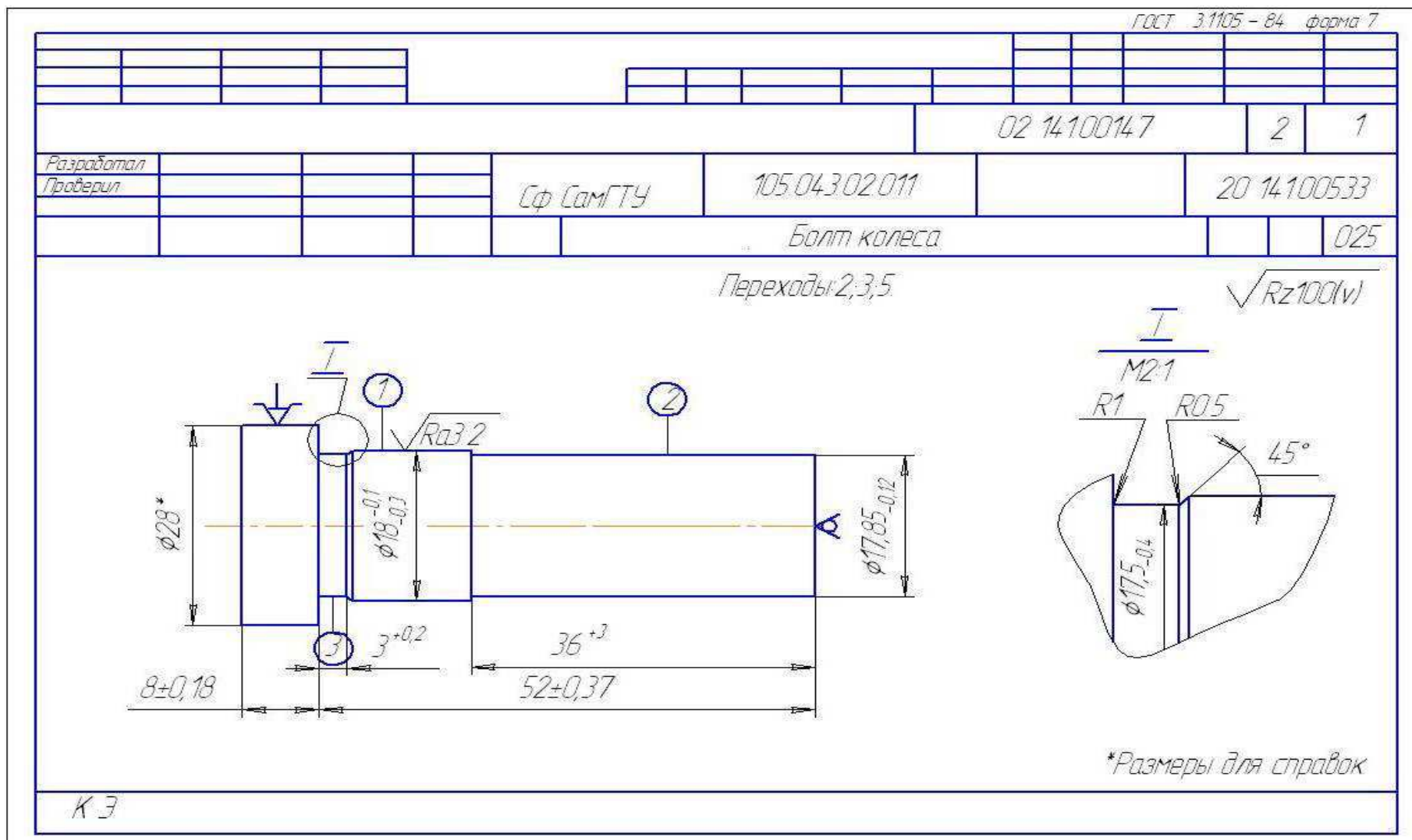


Рис. Е.6. Пример оформления карты эскизов (продолжение, форма 7)

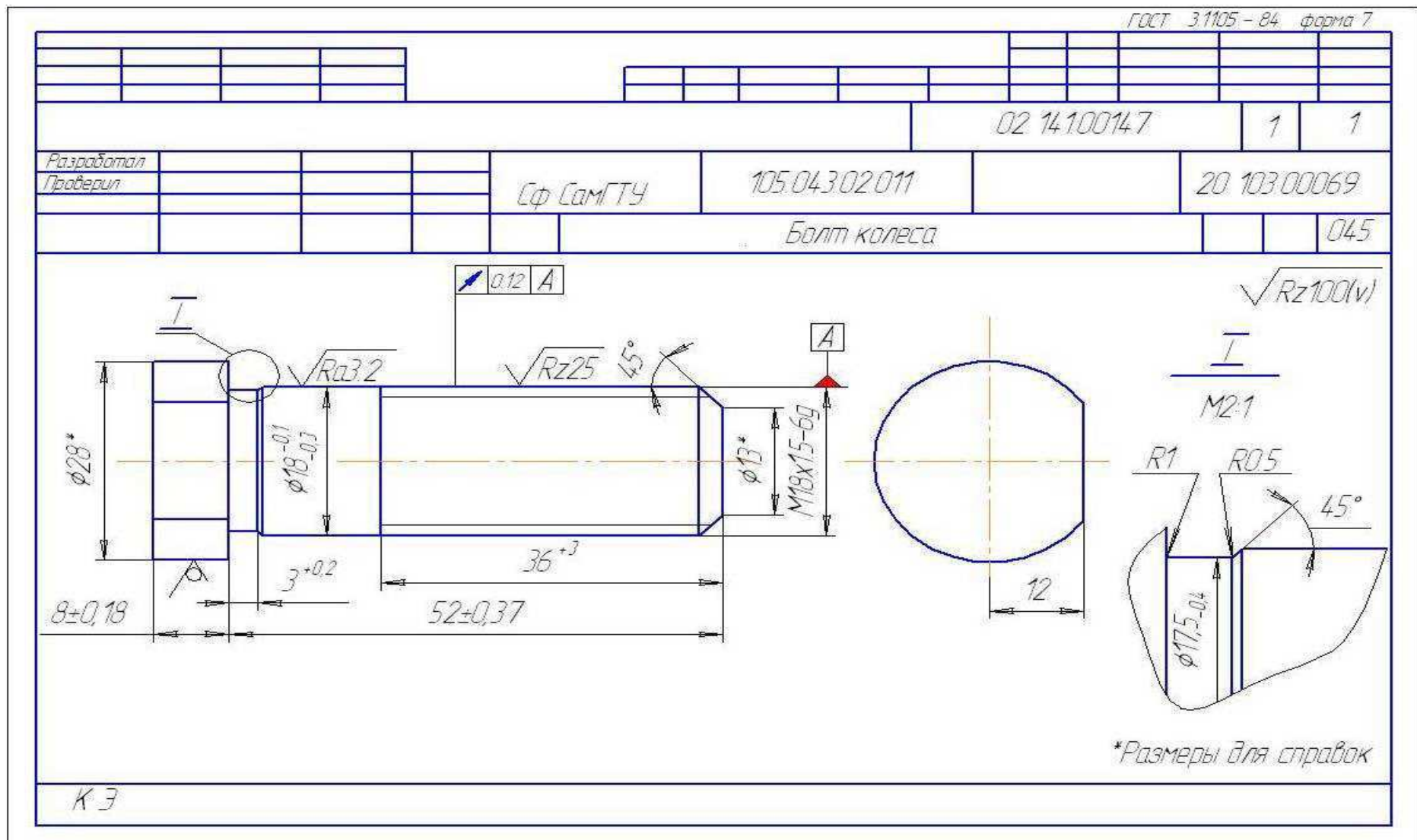


Рис. Е.8. Пример оформления карты эскизов (форма 7)

**Оформление чертежей инструментальной наладки,
станочного приспособления и средств автоматизации,
технические требования к приспособлениям,
погрешности установки приспособления на станке**

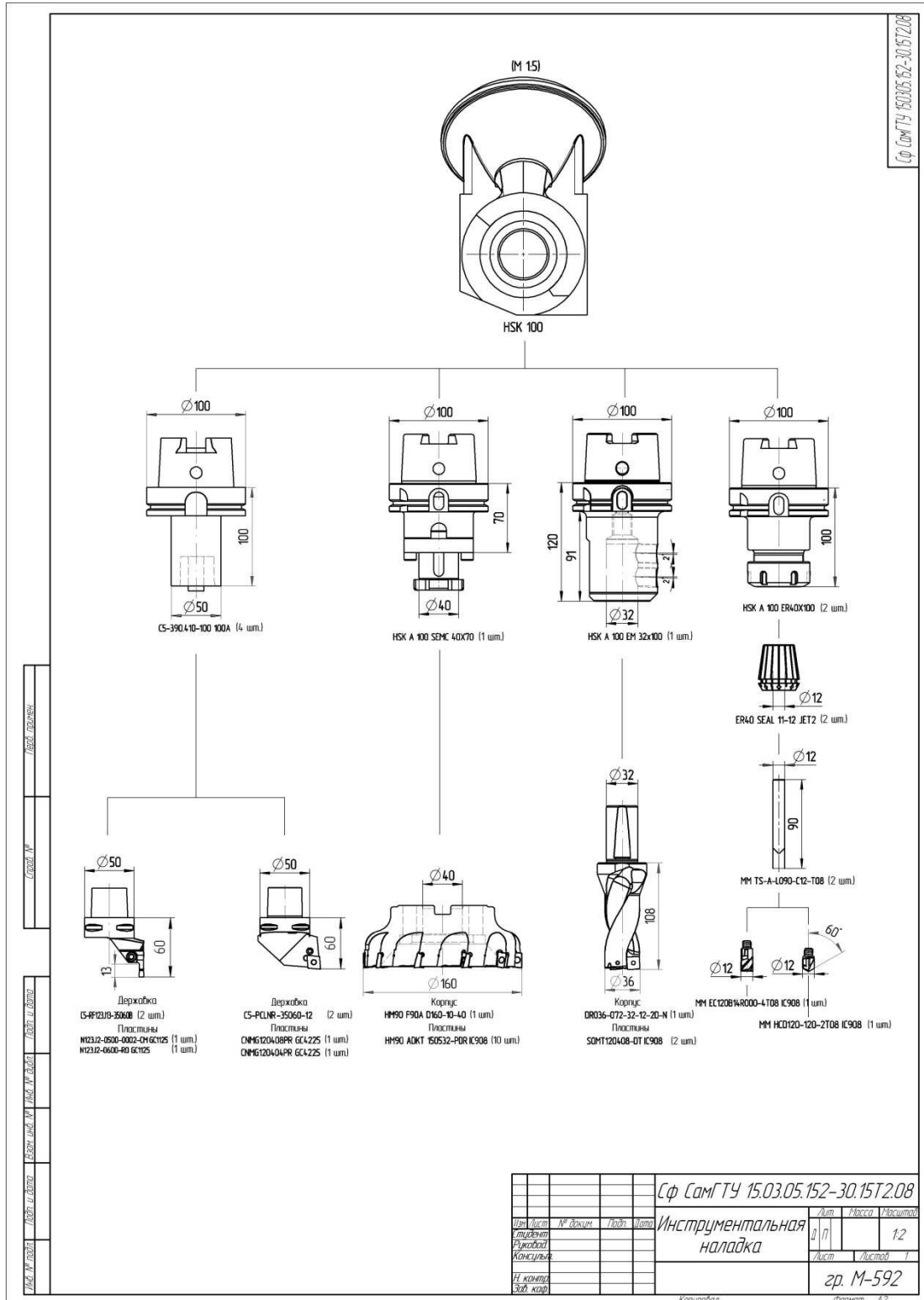
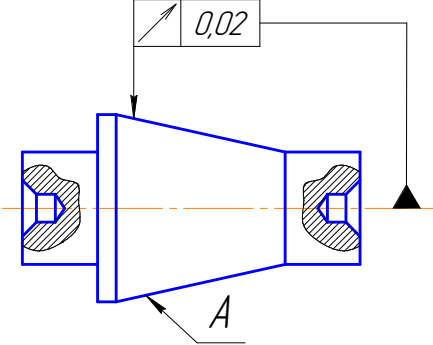
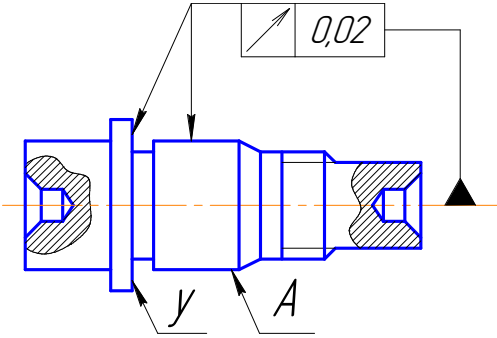
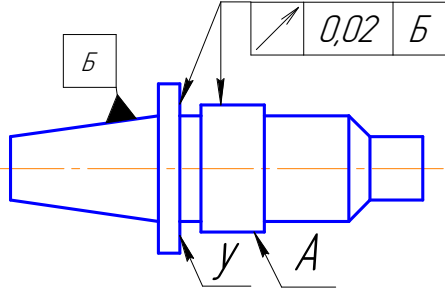
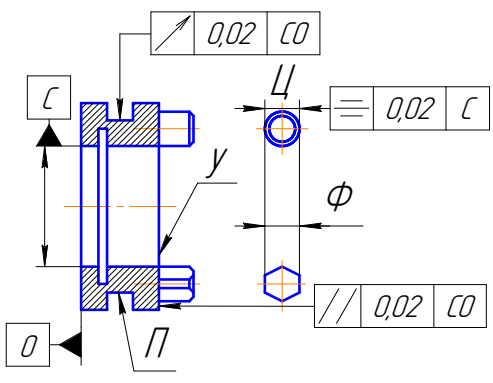
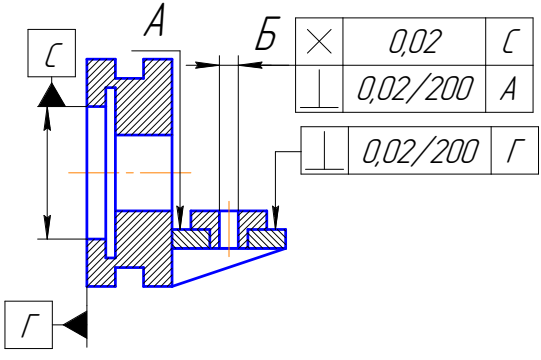


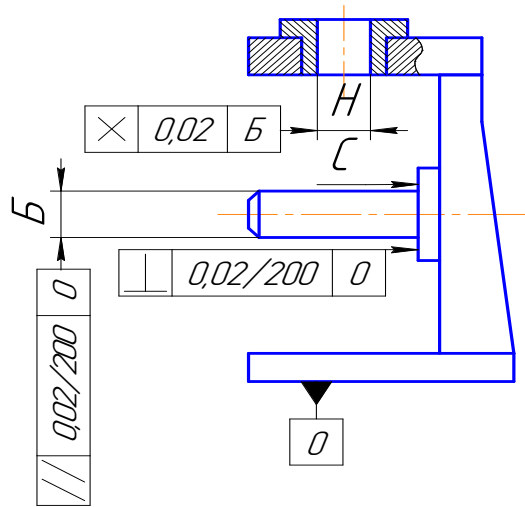
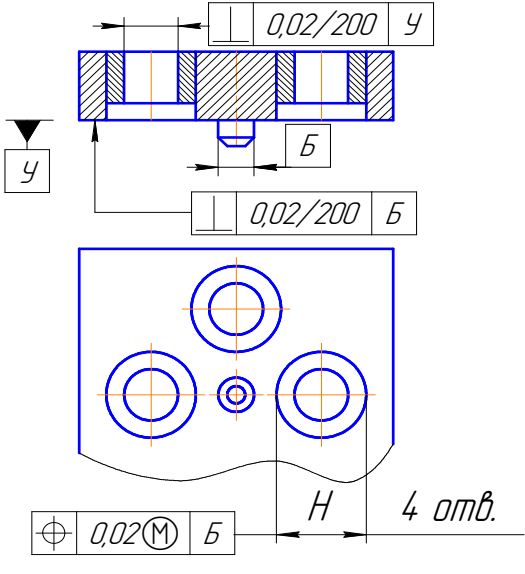
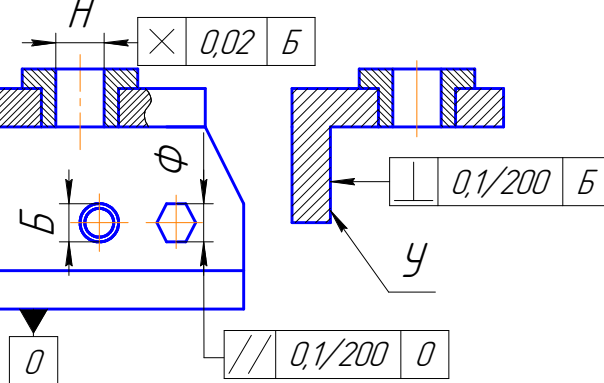
Рис. Ж.1. Образец оформления инструментальной наладки

Типовые технические требования к приспособлениям

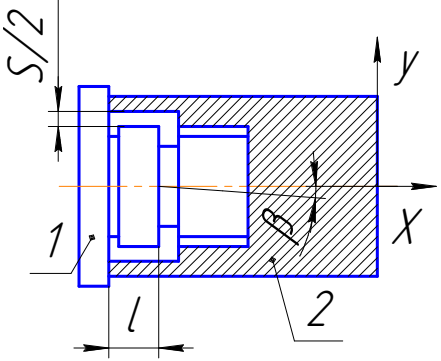
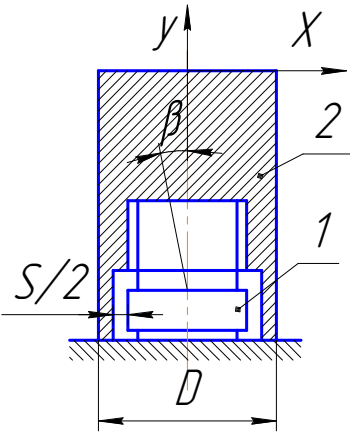
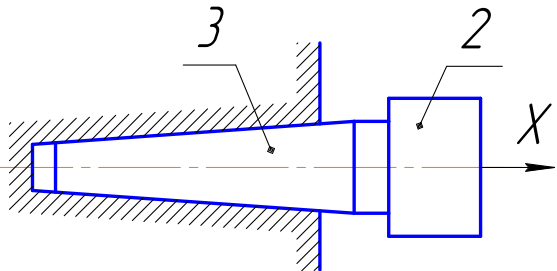
Эскиз приспособления	Технические требования
1	2
Приспособления для токарных, кругло- и внутришлифовальных станков	
 <p>The drawing shows a tapered cylindrical workpiece with a central hole. A surface A is indicated at the bottom of the taper. A tolerance box with a surface symbol and the value 0,02 is connected to surface A by a leader line.</p>	<p>1. Допуск радиального биения поверхности <i>A</i> относительно оси центров отверстий 0,02 мм.</p>
 <p>The drawing shows a stepped shaft with a central hole. Surface A is on a cylindrical section, and surface Y is on a shoulder. A tolerance box with a surface symbol and the value 0,02 is connected to surface A by a leader line.</p>	<p>1. Допуск радиального биения поверхности <i>A</i> относительно оси центров отверстий 0,02 мм.</p> <p>2. Допуск торцового биения поверхности <i>У</i> относительно оси центров отверстий 0,02 мм.</p>
 <p>The drawing shows a tapered cylindrical workpiece with a central hole. Surface A is on the taper, surface B is on a shoulder, and surface Y is on a shoulder. A tolerance box with a surface symbol, the value 0,02, and the letter B is connected to surface A by a leader line.</p>	<p>1. Допуск радиального биения поверхности <i>A</i> относительно поверхности <i>Б</i> 0,02 мм.</p> <p>2. Допуск торцового биения поверхности <i>У</i> относительно поверхности <i>Б</i> 0,02 мм.</p>

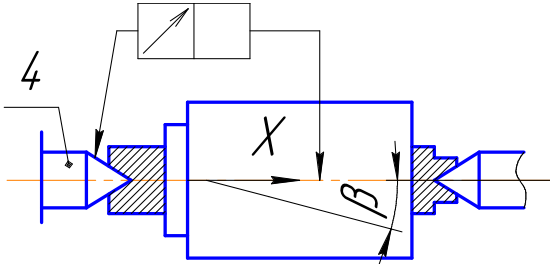
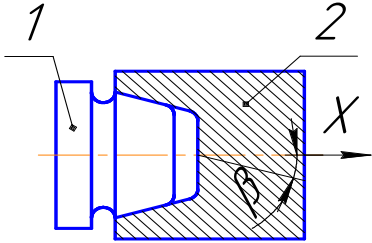
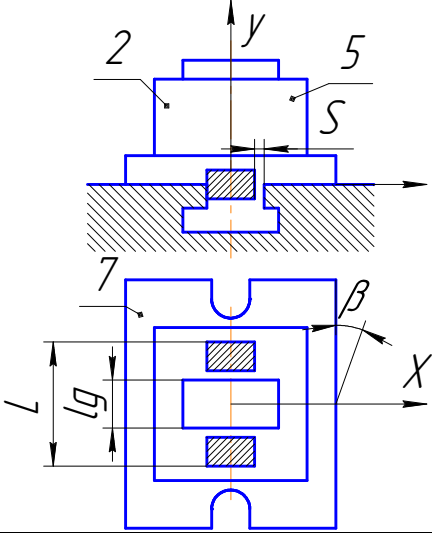
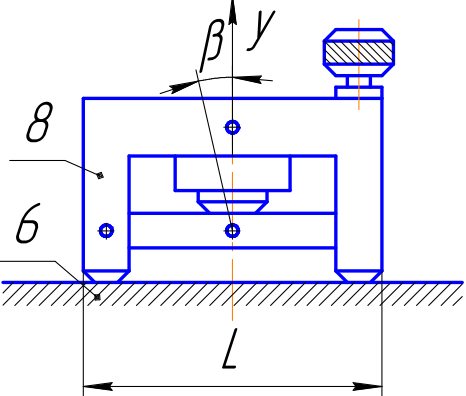
Эскиз приспособления	Технические требования
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Допуск несовпадения плоскости, проходящей через оси пальцев, с осью отверстия C $0,02$ мм. 2. Допуск перпендикулярности плоскости $У$ относительно поверхности O $0,02$ мм на длине 200 мм. 3. Допуск радиального биения поверхности $П$ относительно оси отверстия C с упором в торец O $0,02$ мм.
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Допуск радиального биения поверхности $П$ относительно оси поверхности C с упором в торец O $0,02$ мм. 2. Допуск параллельности поверхности $У$ относительно поверхности O $0,02$ мм. 3. Допуск симметричности общей плоскости осей поверхностей $Ц$ и $Ф$ относительно поверхности C $0,02$ мм.
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Допуск перпендикулярности оси отверстия $Б$ к плоскости $А$ $0,02$ мм на 200 мм длины. 2. Допуск пересечения оси поверхности $Б$ относительно поверхности $С$ $0,02$ мм. 3. Допуск перпендикулярности поверхности $А$ относительно поверхности $Г$ $0,02$ мм на 200 мм длины.

Эскиз приспособления	Технические требования
Приспособления для фрезерных станков	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Допуск параллельности оси поверхности <i>Б</i> относительно плоскости <i>О</i> 0,05 мм на длине 200 мм. 2. Допуск параллельности оси поверхности <i>Б</i> относительно плоскости <i>П</i> 0,05 мм на длине 200 мм. <p>Допуск перпендикулярности поверхности <i>У</i> относительно плоскости <i>О</i> 0,05 мм на длине 200 мм.</p>
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Допуск параллельности общей оси поверхности пальцев относительно поверхности <i>П</i> 0,02 мм на длине 200 мм. 2. Допуск параллельности поверхности <i>У</i> относительно плоскости <i>О</i> 0,02 мм на длине 200 мм.
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Допуск параллельности общей оси поверхности пальцев <i>Ц</i> и <i>Ф</i> относительно поверхности <i>П</i> 0,05 мм на длине 200 мм. 2. Допуск перпендикулярности поверхности <i>У</i> относительно плоскости <i>О</i> 0,05 мм на длине 200 мм.

Эскиз приспособления	Технические требования
Приспособления для сверлильных станков	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Допуск параллельности оси поверхности <i>Б</i> относительно поверхности <i>О</i> 0,02 мм на 200 мм длины. 2. Допуск перпендикулярности поверхности <i>С</i> относительно поверхности <i>О</i> 0,02 мм на 200 мм длины. 3. Допуск пересечения осей поверхностей <i>Н</i> относительно <i>Б</i> 0,02 мм
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Позиционный допуск осей отверстий <i>Н</i> относительно номинального положения 0,02 мм. 2. Допуск перпендикулярности осей отверстий <i>Н</i> относительно поверхности <i>У</i> 0,02 мм на длине 200 мм. 3. Допуск перпендикулярности поверхности <i>У</i> относительно оси пальца <i>Б</i> 0,05 мм на длине 200 мм.
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Допуск параллельности общей оси поверхности пальцев <i>Б</i> и <i>Ф</i> относительно поверхности <i>О</i> 0,01 мм. 2. Допуск перпендикулярности поверхности <i>У</i> относительно поверхности <i>О</i> 0,01 мм. 3. Допуск пересечения осей поверхности <i>Н</i> относительно поверхности <i>Б</i> 0,02 мм.

Погрешности установки приспособления на станке $E_{y.n.}$

Схема установки приспособления на станке.	Погрешность $E_{y.n.}$
	<p>В направлении оси X 0,01-0,04 мм. В направлении оси Y значение S Для угла β $2\arctg \frac{S}{l}$</p>
	<p>В направлении оси X значение S. В направлении оси Y 0,01- 0,04 мм. Для угла β $2\arctg \frac{0,01 \div 0,04}{D}$</p>
	<p>Для конуса Морзе № 0 0,1-0,2 мм. Для конуса Морзе № 1, 2, 3 0,15-0,3 мм. Для конуса Морзе № 4, 5 0,2-0,4 мм. Для конуса Морзе № 6 0,25-0,5 мм.</p>

<p>Схема установки приспособления на станке.</p>	<p>Погрешность $E_{y.n.}$</p>
	<p>Для метрического конуса № 60 0,25-0,5 мм. Для метрического конуса № 100, 200 0,3-0,6 мм. В направлении оси X 0,05-0,2 мм. Для угла β: 2'... 5'. Для биения 0... 0,02 мм.</p>
	<p>В направлении оси X 0,03-0,06 мм. Для угла β: 5'...10'.</p>
	<p>В направлении оси Y 0-0,02 мм. В направлении оси X значение S Для угла β: $2\arctg \frac{S}{L}$ На длине l_0 $\frac{Sl_0}{L}$</p>
	<p>В направлении оси Y 0-0,03 мм. Для угла β $2\arctg \frac{0,01 \div 0,03}{L}$</p>

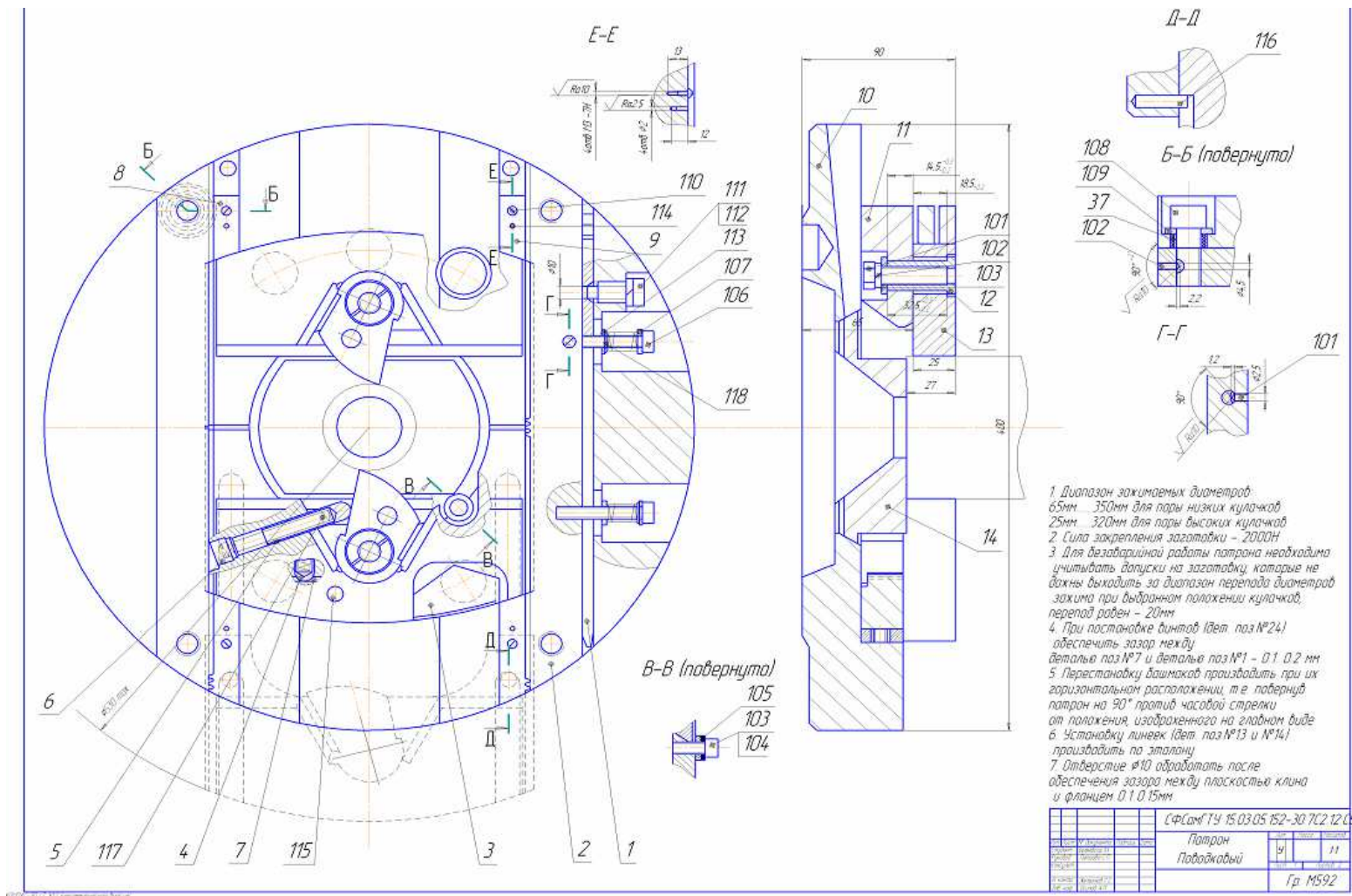


Рис. Ж.2. Пример выполнения чертежа станочного приспособления

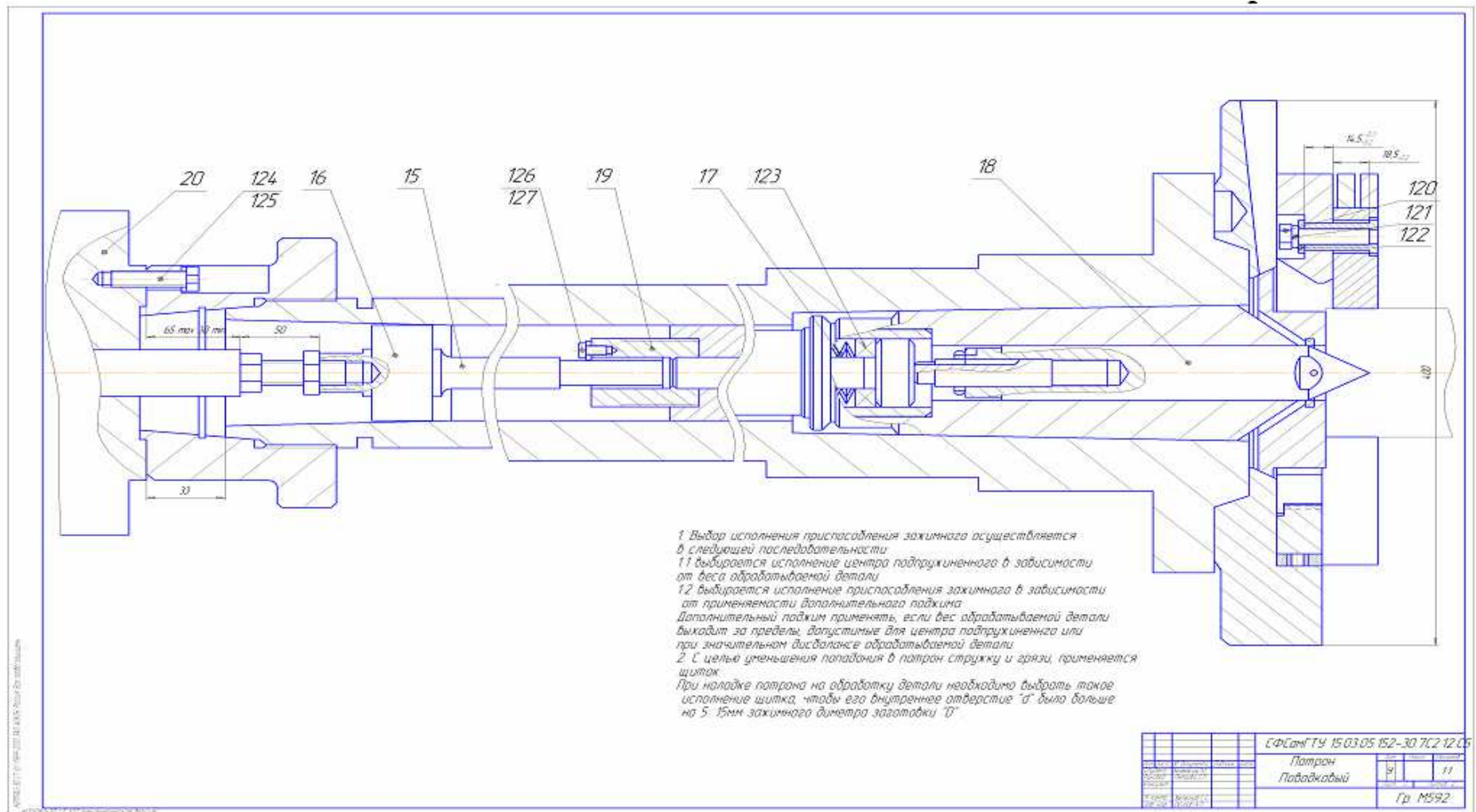


Рис. Ж.3. Пример выполнения чертежа станочного приспособления

**Пример оформления титульного листа
к расчетно-пояснительной записке дипломного проекта**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
в г. Сызрани

Факультет _____ Механический _____
Кафедра _____ Технология машиностроения _____

Допустить к защите

Зав. кафедрой _____ А.П. Осипов _____
Подпись, инициалы, фамилия

« _____ » _____ 20__ г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Студента _____

(фамилия, имя, отчество, курс, факультет, группа)

Вид работы _____ дипломный проект _____
(дипломная работа бакалавра)

Пояснительная записка*

Сф Сам ГТУ 15.03.05.152-30. 15Т12. 02.3П
(вид работы, обозначение)

на тему: Механосборочный цех по выпуску редукторов с подробной разработкой технологического процесса механической обработки деталей «Вал» 32.31.299-14 и «Корпус» 32.31.299-01

Руководитель проекта доцент _____ В.В. Федотов _____
(должность, подпись, инициалы, фамилия, дата)

Консультант доцент _____ А.А. Уютов _____
(должность, подпись, инициалы, фамилия, дата)

Консультант ст.преподаватель _____ Л.И. Судакова _____
(должность, подпись, инициалы, фамилия, дата)

Консультант доцент _____ С. А. Сингеев _____
(должность, подпись, инициалы, фамилия, дата)

Нормоконтролер профессор _____ Г.С. Железнов _____
(должность, подпись, инициалы, фамилия, дата)

Студент 5 курса гр. М-595 _____ Е.В. Турутина _____
(курс, группа, подпись, инициалы, фамилия, дата)

Рецензент _____
(должность, подпись, инициалы, фамилия, дата)

Сызрань 2015

**Пример оформления реферата к дипломному проекту
с развитой технологической частью**

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 12 листов формата А1 графического материала, расчетно-пояснительная записка содержит 60 листов формата А4, иллюстраций 10, таблиц 9, приложений 4.

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ДЕТАЛЬ, ЗАГОТОВКА, ТИП ПРОИЗВОДСТВА, ПРИПУСК, МЕЖОПЕРАЦИОННЫЙ РАЗМЕР, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА, ЦЕХ, ОХРАНА ТРУДА, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

В расчетно-пояснительной записке к дипломному проекту механического цеха по выпуску деталей «Вал» и «Колесо зубчатое», являющихся частями редуктора, представлены подробно разработанные технологические процессы на механическую обработку вышеупомянутых деталей.

При разработке дипломного проекта учтены требования эстетики и научной организации труда, требования государственных стандартов, норм техники безопасности, промышленной санитарии и гигиены труда. При проектировании цеха использованы современные методы строительства с применением унифицированных типовых секций и других элементов. Применение станков с ЧПУ при обработке позволило сократить и число операций по сравнению с базовой технологией, и число рабочих, занятых на этих операциях, ввиду обслуживания одним рабочим нескольких станков. При проектировании механического цеха использованы современные методы строительства с применением унифицированных типовых секций и других элементов.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения дипломного проекта с развитой технологической частью**

студента _____

(фамилия, имя, отчество, курс, факультет, группа)

№	Работы	Пояснительная записка		Графическая часть		Дата выполнения
	Содержание	удельный вес, %	Страницы	удельный вес, %	лист формата А1	
1	Сбор, изучение и систематизация учебной, научно-технической, патентной информации	—	—	—	—	Во время практики
2	Разработка структуры проекта	2	2	—	—	
3	Технологические разработки: проектирование технологических процессов изготовления деталей	16	16-18	25	3-4	18.03.15
4	Научно-исследовательские разработки	5	4-5	5	1	11.04.15
	Контроль выполнения дипломного проекта комиссией кафедры					12.04.15
5	Расчет участка, цеха	3	5-6	—	—	15.04.15
6	Разработка технологической планировки участка, цеха	—	—	6	1	18.04.15
7	Расчет, проектирование и описание специальных устройств, технологической оснастки, средств механизации и автоматизации	7	10-12	14	2-3	06.05.15
8	Организация и управление производством	5	5-6	—	—	10.05.15
	Контроль выполнения дипломного проекта комиссией кафедры					14.05.15
9	Разработка мероприятий по безопасности жизнедеятельности	5	5-7	—	—	19.05.15
10	Расчет технико-экономических показателей. Написание заключения и аннотации.	1	2-3	2	1	28.05.15
11	Окончательное оформление пояснительной записки, графических и презентационных материалов	2	1	—	—	03.06.15
12	Нормоконтроль, предварительная защита дипломного проекта на кафедре, подпись проекта зав. кафедрой. Рецензирование					05.06.15
15	Подготовка к защите и защита проекта	2	—	—	—	С 8.06.15
ВСЕГО		48	50-60	52	8-10	

Примечания:

1. содержание работ, трудоемкость и точные сроки их выполнения устанавливает научный руководитель дипломного проекта вместе со студентом;
2. на контроль обязательно представляются: задание на выполнение дипломного проекта, описание, расчеты, графические и все другие материалы.

Руководитель _____

Студент _____

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА.....	9
1.1. Содержание задания	9
1.2. Порядок выполнения дипломного проекта.....	9
1.3. Состав и объем дипломного проекта.....	13
1.4. Защита проекта.....	14
2. ДИПЛОМНЫЕ ПРОЕКТЫ С РАЗВИТОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТЬЮ.....	16
2.1. Раздел проекта "Введение"	16
2.2. Технологическая часть	17
2.3. Проектирование технологической оснастки.....	110
2.4. Расчет и проектирование специального режущего инструмента.....	141
2.5. Разработка средств автоматизации технологического процесса.....	143
2.6. Специальный вопрос.....	158
2.7. Расчет и планировка цеха. Организация производства.....	160
2.8. Техничко-экономические расчеты.....	170
2.9. Охрана труда и окружающей среды.....	170
2.10. Раздел проекта "Заключение"	172
3. СОСТАВЛЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО- ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ.....	173
4. ВЫПОЛНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ.....	184
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	188
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	189
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	197

Учебное пособие

Выпускная квалификационная работа по технологии машиностроения

*ОСИПОВ Александр Петрович
ПЕТРОВА Светлана Петровна
МАЛЫХИН Александр Николаевич
ШИРОКОВ Алексей Владимирович*

Редакторы:
*Е.С. Захарова
И. А. Назарова*

Подписано в печать 17.12.2015 г.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная
Усл. п. л. 13,6 Уч.-изд. л. 9,6
Тираж 100 экз. Рег. №13 /15sf

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Самарский государственный технический университет»
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Главный корпус

Отпечатано в типографии
Самарского государственного технического университета
Филиал в г. Сызрани, 446001, г. Сызрань, ул. Советская 45