

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

**Н. Д. Проничев, Л. А. Чемпинский,
А. П. Шулепов, А. В. Мещеряков**

Инновационные производственные технологии в двигателестроении

Электронное учебное пособие

САМАРА

2012

УДК 621.9

Авторы: ПРОНИЧЕВ Николай Дмитриевич
ЧЕМПИНСКИЙ Леонид Андреевич
ШУЛЕПОВ Александр Павлович
МЕЩЕРЯКОВ Александр Викторович

Рецензент: д.т.н., профессор Д.Л. Скуратов

Инновационные производственные технологии в двигателестроении [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Н. Д. Проничев, Л. А. Чемпинский, А. П. Шулепов, А. В. Мещеряков; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Электрон. текстовые и граф. дан. (4,04 Мбайт). - Самара, 2012. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

В учебном пособии рассматриваются вопросы проектирования технологических процессов изготовления деталей двигателей летательных аппаратов. Дано представление о содержании и объёме курсового проекта, об основных положениях разработки технологических процессов и оснастки, о рациональной организации работы над проектом.

Пособие предназначено для магистрантов по направлению 160700.68 «Двигатели летательных аппаратов» в рамках магистерской программы «Интегрированные информационные технологии в авиадвигателестроении» 160700.3.68-2011-О-П-2г00м при изучении дисциплины «Инновационные производственные технологии в двигателестроении» в 9, 10 семестрах.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2012

Содержание

	Стр.
1 Общая часть.....	4
1.1 Цель и задачи курсового проектирования.....	4
1.2 Тематика курсового проектирования.....	5
1.3 Выдача задания на проект.....	5
1.4 Содержание и объем курсового проекта.....	6
1.5 Последовательность работы над проектом.....	7
1.6 Защита проекта.....	7
1.7 Конкурс курсовых проектов.....	8
1.8 Общие требования к оформлению расчетно-пояснительной записки.....	8
2 Последовательность выполнения курсового проекта.....	10
Список литературы.....	36
Приложение А.....	40
Приложение Б.....	41
Приложение В.....	42
Приложение Г.....	43
Приложение Д.....	44
Приложение Е.....	46
Приложение Ж.....	48
Приложение З.....	50
Приложение И.....	52
Приложение К.....	53
Приложение Л.....	54

1 Общая часть

1.1 Цель и задачи курсового проектирования

Целью данного курсового проекта является расширение, углубление и закрепление теоретических знаний студентов и магистрантов в процессе решения конкретных задач при проектировании технологических процессов изготовления деталей двигателей летательных аппаратов.

При выполнении курсового проекта студент приобретает необходимые навыки: в выборе оптимального варианта технологического процесса, отвечающего современному уровню развития науки и техники; при проектировании технологической оснастки применительно к разработанному технологическому процессу; при обосновании своих решений инженерно-экономическими расчетами.

В ходе курсового проектирования студент учится работать со справочной литературой, современными системами автоматизированного проектирования, применяемыми при создании технологических процессов, нормативными документами и другими материалами.

При выполнении курсового проекта студент должен проявить максимум самостоятельности в решении всех вопросов. За принятые решения при проектировании технологического процесса, конструировании оснастки, за правильность и обоснованность приведенных расчётов, качество оформления чертежей технологических карт и пояснительной записки отвечает студент. Руководитель проекта должен направить работу студента на решение поставленных вопросов в соответствии с современным уровнем науки и техники, с учетом перспективы развития технологии двигателестроения, а также на коррективу задания для получения необходимого объёма проекта.

1.2 Тематика курсового проектирования

Известно, что технологический процесс изготовления детали или отдельной сборочной единицы включает в себя комплекс технологических процессов: механическую и термическую обработку, сварку, пайку, сборку и т.п. Темой данного курсового проекта является разработка технологического процесса механической обработки конкретной детали авиационного двигателя.

На современном этапе развития техники все большее внимание уделяется научным исследованиям, в том числе и в области технологии двигателестроения. Поэтому проведение теоретических и экспериментальных исследований по отдельным технологическим вопросам - одна из возможных тем курсового проекта.

Курсовой проект - это результат творческой работы студента. Поэтому в проект могут включаться и такие задачи, решение которых отвечает запросам производства и которые могут быть частично или полностью применены на производстве.

Таким образом, основными темами курсового проекта являются:

1. Проектирование технологического процесса изготовления детали в условиях использования современного многофункционального оборудования.
2. Теоретические и экспериментальные исследования отдельных вопросов технологии производства двигателей летательных аппаратов.

1.3 Выдача задания на проект

Студентам выдается индивидуальное задание, которое оформляется на типовых бланках установленного образца (Приложение А) и рабочий чертеж детали (пример чертежа в Приложении Б). В задании указываются тема проекта, наименование и номер чертежа детали, годовая программа выпуска, основные этапы и календарный план выполнения проекта. Конкретное содержание разделов уточняется руководителем проекта, как в период выдачи задания, так и на консультациях с таким расчётом, чтобы объём проекта соответствовал установленным нормам. Задания по темам исследовательского характера руководитель проекта оформляет на специальном бланке и совместно со студентом определяет основные этапы, объём работы и составляет календарный план выполнения проекта.

1.4 Содержание и объем курсового проекта

По инициативе студента и решению руководителя в проекте может использоваться одна из двух методик проектирования технологических процессов.

Первая методика основана на традиционном подходе к проектированию и до настоящего времени широко применяется на предприятиях.

Вторая методика предполагает применение самых современных инновационных решений в различных сферах производственной деятельности. При этом используется современное многофункциональное и высокопроизводительное оборудование совместно с различными системами автоматизированного проектирования, обеспечивающими повышение эффективности производства:

- CAD - автоматизация двумерного и/или трёхмерного геометрического проектирования, создание конструкторской и/или технологической документации;

- CAE - автоматизация инженерных расчётов, анализ и симуляция физических процессов; динамическое моделирование, проверка и оптимизация изделий;

- CAM - технологическая подготовка производства изделий; автоматизация программирования и управления оборудованием с ЧПУ;

- CAPP (САПР ТП) - автоматизация создания технологической документации.

Соотношение частей проекта во многом зависит от его темы. Однако общий объём проекта остается одинаковым и определяется временем, предусмотренным рабочей программой курса. Обычно проект состоит из следующих частей: разработка традиционного технологического процесса, разработка инновационного технологического процесса, разработка специальной технологической оснастки, графическая часть (3-4 листа формата А1). Общий объём расчетно-пояснительной записки (25—30 стр.).

Разработанные технологические процессы оформляются в виде отдельного альбома операционных карт в соответствии с требованиями ЕСТП с использованием САПР ТП (Adem CAPP, Siemens NX, Unigraphics и др.).

Содержание графической части определяется темой проекта и рассматривается далее по каждой теме подробно.

1.5 Последовательность работы над проектом

Работу над проектом студент начинает с ознакомления с заданием, подробного изучения чертежа детали или сборочной единицы, а также технических требований на изготовление.

На основе знаний, приобретенных в процессе изучения технологических дисциплин, типовых технологических процессов, а также на технологических практиках студент формирует представление о проектируемом технологическом процессе, необходимом оборудовании и конструкции технологической оснастки. Свои соображения и предложения он реализует в виде схем и эскизов, которые обсуждаются с руководителем проекта на консультациях. В результате обсуждения устанавливается и утверждается конкретный объём проекта.

На плановые консультации студент обязан представлять руководителю проекта определенный объём выполненной работы для проверки и согласования.

1.6 Защита проекта

Выполненный в полном объеме проект принимается к защите. При этом на листах графических работ, в альбоме операционных карт и расчётно-пояснительной записке должна быть подпись руководителя проекта. Кроме того, на оборотной стороне титульного листа пояснительной записки руководитель проекта даёт отзыв (характеристику) о работе студента над проектом, где отражаются степень самостоятельности, оригинальность разработки отдельных вопросов, ритмичность выполнения проекта и др.

Защита проекта проводится по расписанию перед комиссией из двух преподавателей, назначаемой заведующим кафедрой. Перед началом защиты члены комиссии просматривают выполненную работу. Затем в течение 5-6 минут студент докладывает о результатах проделанной работы в соответствии с заданием. Особое внимание обращает на вопросы, определяющие новизну принятых решений. После доклада студенту задаются вопросы по всему объёму работ защищаемого проекта.

Оценка проставляется в четырёхбалльной системе, при этом учитываются: содержание, объём проекта, глубина проработки вопросов темы, степень самостоятельности работы над проектом, правильность принятых решений,

качество графического изображения, операционных карт и записки, качество доклада, правильность и полнота ответов на вопросы, отзыв руководителя проекта.

Проект оценивается:

"Отлично" — если при проектировании техпроцесса и оснастки приведены оригинальные решения или сделаны самостоятельные исследования; при защите даны полные и глубокие ответы на вопросы; в отзыве руководителя дается высокая оценка работы над проектом.

"Хорошо" — если при проектировании техпроцесса и оснастки имеются самостоятельные решения; ответы на вопросы достаточно полные; в отзыве руководителя дается хорошая оценка работы над проектом.

"Удовлетворительно" — если при проектировании техпроцесса и оснастки мало самостоятельных решений, проект не содержит грубых ошибок, ответы на большинство вопросов правильны, отзыв руководителя о работе удовлетворительный.

«Неудовлетворительно» — во всех остальных случаях.

1.7 Конкурс курсовых проектов

Ежегодно кафедра организует конкурс курсовых проектов. Проводится он следующим образом. Вначале руководитель проекта и комиссия по защите отбирают лучшие курсовые проекты и рекомендуют их на кафедральный конкурс. Затем конкурсная комиссия кафедры рассматривает представленные проекты и даёт заключение о победителях конкурса. При рассмотрении проектов учитываются:

- содержание, объём работы и качество оформления;
- степень самостоятельной работы, наличие оригинальных решений, глубина проработки отдельных вопросов проекта;
- возможность использования полученных результатов в производстве или публикации в печати.

1.8 Общие требования к оформлению расчетно-пояснительной записки

Расчётно-пояснительная записка оформляется согласно СТО СГАУ 02068410-004-2007, а также требованиям ЕСКД и ЕСТПП по оформлению конструкторской и технологической документации.

Записку рекомендуется писать параллельно с выполнением разделов

курсовой работы. Она должна быть написана грамотно, в сжатой форме, иметь максимум собственных выводов, пояснений, расчётов и минимум материалов из различных литературных источников в виде цитат, таблиц и т.п.

В соответствии со стандартом, установлен следующий состав пояснительной записки: титульный лист, задание, реферат (аннотация), содержание, основная часть, заключение, список литературы, приложение.

На титульном листе указывается название работы, ф.и.о. студента, группа, и должность руководителя работы (Приложение В).

Реферат пишется на отдельной странице и должен отражать краткое содержание работы. В конце реферата указывается число страниц, таблиц, рисунков и литературных источников записке.

Содержание представляет перечисление заголовков разделов и подразделов записки с их нумерацией и указанием номеров страниц.

Введение содержит сведения о современном состоянии и перспективах развития отрасли, формулируются цель и задачи проекта.

Основная часть содержит подробное изложение выполненной работы по разделам. В ней приводятся инженерные и экономические расчёты с приложением схем, эскизов и графиков. Схемы и эскизы можно вычерчивать в произвольном масштабе при условии обеспечения чёткого представления о сущности рассматриваемого вопроса.

При написании расчетно-пояснительной записки следует иметь в виду, что записка должна дополнять и пояснять то, что представлено на эскизах и чертежах, а не пересказывать всю эту информацию снова. Так, например, при пояснении операции механической обработки недостаточно сообщить, что она выполняется на том или ином станке и в качестве установочной базы выбрана такая-то поверхность (все это видно на эскизе), важно объяснить, почему выбран такой станок или такая база. При описании конструкции приспособления также не следует ограничиваться записью, что корпус приспособления сварной - это видно из чертежа. Важно пояснить, почему выбран сварной, а не литой корпус, почему выбрана такая его форма и т. д.

Особое внимание следует обратить на правильность проведения инженерных расчётов. Эти расчёты в общем виде должны содержать: рисунок (эскиз или расчетную схему); задачу расчёта (с указанием того, что требуется определить при расчете); исходные данные для расчёта; методику расчёта и сам расчёт; результаты расчёта, выраженные в виде отдельных

значений, таблицы или графика; заключение по расчёту.

Условные буквенные обозначения механических, электрических, химических и других величин, входящих в расчётные формулы, а также условные графические изображения и терминология должны соответствовать действующим стандартам.

В **заключении** кратко излагается суть выполненных в проекте работ с соответствующими выводами.

В **список литературы** включаются все источники, которыми пользовался студент при выполнении проекта и на которые приведены ссылки в записке. Порядковый номер ссылки должен соответствовать номеру источника в списке литературы. Перечень литературы составляется в алфавитном порядке в соответствии с ГОСТ.

В **приложении** приводится графическая часть проекта, альбом технологических карт и другие материалы, необходимые для пояснения задач, решаемых в проекте. Некоторые приложения могут быть представлены в электронном виде.

Расчётно-пояснительная записка должна быть отпечатана на листах формата А4 с полями: слева 25 мм, справа 10 мм, сверху и снизу 20 мм (размер шрифта 14, Times New Roman, через 1,5 межстрочных интервала). Все листы записки имеют сквозную нумерацию. Первой страницей является титульный лист. Номер страницы записывается в правом верхнем углу. На титульном листе номер страницы не ставится.

Записка, выполненная с отклонениями от требований ГОСТ, к защите не принимается.

2 Последовательность выполнения курсового проекта

Рассмотрим основные разделы курсового проектирования:

1. Технологический анализ рабочего чертежа детали.
2. Стратегии разработки традиционной и инновационной технологий.
3. Определение серийности производства.
4. Оптимизация заготовительного этапа изготовления детали.
5. Проектирование маршрутного технологического процесса изготовления детали.

5.1 Традиционный (базовый) вариант технологического процесса.

- 5.1.1 Выбор числа ступеней обработки поверхностей.
- 5.1.2 Определение последовательности обработки поверхностей.
- 5.1.3 Выбор технологических баз.
- 5.1.4 Формирование операций и разделение технологического процесса на этапы.
- 5.1.5 Разработка технических требований на операции.
- 5.1.6 Выбор оборудования, средств механизации и автоматизации технологического процесса.
- 5.2 Инновационный вариант технологического процесса.
 - 5.2.1 Анализ возможностей и выбор современного инновационного оборудования.
 - 5.2.2. Выбор числа ступеней обработки поверхностей.
 - 5.2.3 Определение последовательности обработки поверхностей.
 - 5.2.4 Выбор технологических баз.
 - 5.2.5 Формирование операций и разделение технологического процесса на этапы.
 - 5.2.6 Разработка технических требований на операции.
6. Экономическое сравнение базового и инновационного технологического процесса.
7. Расчёт операционных размеров.
8. Проектирование операционного технологического процесса.
 - 8.1 Традиционный вариант выполнения операций.
 - 8.1.1 Разделение операций на переходы.
 - 8.1.2 Расчёт режимов резания.
 - 8.1.3 Нормирование операций.
 - 8.2 Инновационный вариант выполнения операций.
 - 8.2.1 Разделение операций на переходы.
 - 8.2.2 Расчёт режимов резания.
 - 8.2.3 Нормирование операций.
 - 8.2.4 Разработка управляющей программы и верификация обработки.
9. Проектирование специальной станочной оснастки.
10. Разработка карт наладки на операции.
11. Оформление комплекта технологической документации с использованием средств САПР ТП.

Приведём краткие пояснения по выполнению каждого раздела.

1. Выполнение курсового, проекта следует начинать с технологического

анализа рабочего чертежа детали и технических требований на её изготовление. Необходимо выяснить служебное назначение детали и её отдельных поверхностей, связь детали со смежными деталями, конструкторские базы и условия работы при эксплуатации двигателя /1, 4/. Это позволит более правильно построить и обосновать технологический процесс.

Далее проводится анализ технологичности конструкции детали. Под этим термином (применительно к данному проекту) понимается степень соответствия конструкции детали производственно-техническим условиям её изготовления при минимальных затратах живого и овеществленного труда. С этой целью при анализе оцениваются свойства материала детали с точки зрения методов получения заготовки и последующего её изготовления (обрабатываемость, свариваемость, способность к термообработке и т. п.). Особое внимание обращается на конфигурацию детали, точность размеров и расположения поверхностей, требуемую шероховатость поверхностей, способы простановки размеров, доступность отдельных поверхностей для обработки на современном оборудовании, удобство установки и надежность закрепления заготовки при изготовлении и т.д. Более подробные сведения о требованиях к технологичности конструкции приводятся в работах /2, 3/. На основе проведенного анализа дается заключение о технологичности детали.

При необходимости студент должен на примерах и с помощью расчетов показать возможность изменения конструкции детали с целью повышения технологичности её изготовления. Результаты технологического анализа чертежа излагаются в пояснительной записке.

2. В данном разделе студент кратко описывает различия в проектировании традиционной и инновационной технологий, используя знания, полученные на лекциях, лабораторных работах и практических занятиях.

3. Тип производства определяется по так называемому коэффициенту закрепления операций (ГОСТ 3.1108-74), который может быть рассчитан по формуле

$$K_{з.о.} = \frac{\tau}{t_{шт.оп}}$$

где τ - такт выпуска;

$t_{шт.оп}$ - среднее штучное время операции.

При $K_{з.о.}=1$ - тип производства массовый; $K_{з.о.} = 2... 10$ - крупносерийный; $K_{з.о.}=10...20$ - среднесерийный; $K_{з.о.} = 20...40$ - мелкосерийный.

Такт выпуска определяется по формуле

$$\tau = \frac{T_{\text{эф.об.}} \times 60}{N_{\text{год.}}}$$

где $T_{\text{эф.об.}}$ – годовой эффективный фонд времени работы оборудования, ч.;

$N_{\text{год.}}$ - годовая программа выпуска изделий, шт.

Среднее штучное время операции определяется по формуле.

$$t_{\text{шт.ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{шт}}}{n}$$

где $t_{\text{шт}}$ - штучное время i -ой операции;

n - число операций.

При выполнении курсового проекта штучное время для всех операций обычно неизвестно. Поэтому за $t_{\text{шт ср}}$ может быть условно принято штучное время одной типовой операции после её нормирования (согласовывается с руководителем).

Для предварительной оценки типа производства можно воспользоваться так называемой характеристикой серийности, в основу которой положена классификация деталей по их массе и габаритам (таблица 1). Таблица составлена на основании статистических данных по изделиям машиностроения.

Таблица 1 - Характеристика серийности производства

Тип производства	Количество изготавливаемых за год деталей одного наименования (типоразмеров)		
	тяжелых (крупных) массой свыше 30 кг	средних массой до 30 кг	легких (мелких) массой до 6 кг
Единичное	До 5	До 10	До 100
Мелкосерийное	5-100	10-200	100-500
Среднесерийное	100-300	200-500	500-5000
Крупносерийное	300-1000	500-5000	5000-50000
Массовое	Свыше 1000	Свыше 5000	Свыше 50000

4. Правильный выбор формы и способа получения заготовки оказывает значительное влияние на коэффициент использования металла (КИМ) и другие экономические показатели разрабатываемого технологического процесса. Выбор формы и способа получения заготовки производится на основе следующих исходных данных: материал, конструктивная форма и размеры детали, годовая программа выпуска. Наиболее распространенные

заготовительные процессы приведены в таблице 2. Как видно из таблицы 2, заготовка для детали может быть получена различными методами. Поэтому, чтобы сделать окончательный выбор метода, необходимо произвести экономическое сравнение двух-трех вариантов.

Таблица 2 - Заготовительные процессы при изготовлении деталей

Тип деталей	Заготовительные процессы при изготовлении деталей	
	для мелкосерийного	для крупносерийного производства
Мелкие и средние детали типа стаканов и втулок	Изготовление из прутка, горячая штамповка (без отверстия)	Холодное прессование, горячая высадка с отверстием на ГKM, точное стальное литье по выплавляемым моделям
Мелкие и средние детали типа стержней и валиков с головками, утолщениями и ступенями	Изготовление из прутка	Горячая высадка, электровысадка, холодное редуцирование, холодная поперечная прокатка, холодная высадка, холодное прессование
Мелкие стальные детали типа рычагов, арматура гидравлическая из цветных сплавов и из стали	Горячая штамповка	Точное литье по выплавляемым моделям, холодное прессование
Стальные полые ступенчатые валы, крупные стальные втулки с фланцами	Свободная ковка	Горячая штамповка (без отверстий), горячая высадка из прутка: (с отверстием) или из трубы, ротационная ковка
Диски крупные из жаропрочных сталей (диски турбин)	Свободная ковка, горячая штамповка	Горячее прессование; центробежное литье с последующей раскаткой
Диски турбин ТНА, выполненные с лопатками из жаропрочных титановых сплавов	Горячая штамповка (без формирования лопаток)	Отливка по выплавляемым моделям с окончательным формированием лопаток
Крыльчатки из легких сплавов	Горячее прессование или литье (без лопастей)	Горячее прессование с лопастями под механическую обработку, точное, литье по выплавляемым моделям с лопастями (под полирование)
Корпуса мелкие и средние из легких сплавов	Литье в землю	Литье в кокиль или под давлением
Корпуса крупные из легких сплавов	Литье в землю	Литье по металлическим моделям с машинной формовкой или в комбинированные формы
Крупные кольцевидные стальные детали	Литье в землю, центробежное литье	Центробежное литье с последующей раскаткой, гибка и сварка из прессованных профилей
Корпуса стальные и чугунные	Литье в землю	Литье в оболочковые формы или по металлическим моделям

Рабочие лопатки компрессора из легированных сталей	Горячая штамповка	Точная горячая штамповка (то же с чеканкой), горячее прессование со штамповкой, калибровкой, вальцовка
--	-------------------	--

Для этого студент, используя справочную литературу /5, 6, 7, 8, 9/, выбирает форму заготовки и ориентировочно определяет её размеры (Приложение Г). Затем выполняется экономический расчёт /7, 11/. В расчётах необходимо учитывать не только стоимость заготовки, но и технологическую себестоимость процесса изготовления для тех операций, которые зависят от метода получения заготовки.

На основе проведенного анализа принимается наиболее рациональный метод получения заготовки. В расчётно-пояснительной записке приводится краткое описание выбранного метода получения заготовки, его технико-экономическое обоснование с указанием коэффициента использования материала (КИМ).

5. Последовательность проектирования маршрута обработки как для традиционного (базового) варианта технологического процесса, так и для инновационного технологического процесса в целом одинакова, но в некоторых вопросах имеются существенные различия.

Перед проектированием маршрута технологического процесса изготовления детали целесообразно познакомиться с типовыми техпроцессами, которые приводятся в литературе /13, 14, 17/, а также с материалами по разработке инновационных процессов, имеющимися в "Центре инновационных производственных технологий" при кафедре ПДИА. Маршрут строится на основе технологического анализа чертежа детали, выбранного метода получения заготовки и типа производства.

При проектировании технологического маршрута особое внимание следует обратить на выбор базовых поверхностей с учётом правила совмещения конструкторских и технологических баз и обеспечения технических требований по точности размеров, формы и расположения поверхностей, которые определяют количество ступеней обработки. Число ступеней обработки в традиционном техпроцессе можно определить по пособию /21/, а также по данным Приложения Д. С целью экономии труда и времени технологической подготовки производства и унификации технологических решений необходимо стремиться к использованию типовых процессов обработки. Кроме того, в разрабатываемом технологическом маршруте должна учитываться степень концентрации операций,

автоматизация и механизация процесса, а также использование высокопроизводительных методов обработки и совершенных форм организации производства.

Операции технологического процесса располагаются в рациональной последовательности - от заготовки до окончательного контроля готовой детали. В маршруте должны найти отражение операции промежуточного контроля, слесарной обработки, пайки, сварки, термообработки, антикоррозионных покрытий и др. Последовательность проектирования маршрута приведена в пособии /21/.

Выбор оборудования осуществляется с учётом соответствия станка габаритным размерам заготовки, заданной точности выполнения операции, требуемой мощности и производительности. Соответствие оборудования установленному режиму обработки, мощности и производительности подтверждается расчётами.

При разработке **инновационного** маршрута, необходимо учитывать возможности современного оборудования и режущего инструмента, которые обеспечивают более высокие показатели точности и качества обработанных поверхностей, что позволяет сократить количество необходимых обработок. Поэтому студенту необходимо предварительно подобрать современное оборудование и проанализировать его возможности (пункт 5.2.1). Станки следует выбирать из общедоступных каталогов и прейскурантов известных станкостроительных компаний (HAAS, OKUMA, MAZAK и др.) или по рекомендациям руководителя (преимущественно отечественного производства).

Более полно раскрыть содержание операций позволяет операционный эскиз, на котором указываются базовые и обрабатываемые поверхности, назначается метод обработки, проставляются стрелками операционные размеры (без числовых значений), указываются тип оборудования, приспособления и инструмент.

Расположение заготовок на операционном эскизе должно соответствовать расположению их на станке. Масштаб изображения заготовки берётся произвольно при этом, должны сохраняться пропорциональность всех размеров и единый масштаб для всех эскизов. Примеры оформления технологического маршрута изготовления детали "Стакан", для традиционного и инновационного маршрутов приведены в Приложениях Е, Ж. Составленный маршрут представляется руководителю проекта на

утверждение.

6. Экономическое сравнение базового и инновационного технологического процесса выполняется путём расчёта технологической себестоимости выполнения операций. Методика расчёта технологической себестоимости приведена в пособии /30/.

Для расчёта необходимо по каждой операции выбрать оборудование, технологическую оснастку, режимы обработки и провести техническое нормирование. Поскольку на данном этапе работы расчёт операционных размеров еще не проводился, то, выбирая режимы обработки и проводя нормирование, можно воспользоваться приближенными значениями размеров, а величины припусков взять из нормативов.

7. Операционные размеры определяются с помощью технологических размерных цепей, используя пособия /22, 23/. Для этого студент составляет комплексную размерную схему обработки заготовки по всем операциям, по которой выявляют размерные цепи.

Допуски на операционные размеры промежуточных операций назначаются в соответствии с экономической точностью выполнения операций, а на окончательные операции они берутся из чертежа детали, за исключением тех случаев, когда согласно результатам расчёта размерных цепей возникает необходимость уменьшения допуска.

Величины допустимых погрешностей расположения поверхностей (радиальные и торцевые биения, перекосы осей и т. д.) рассчитываются также с помощью размерных цепей и затем вносятся в технические требования на операцию.

После выполнения расчёта операционных размеров вручную, необходимо выполнить расчёт с использованием программного комплекса «ПРОЕКТ», сравнить полученные результаты и сделать выводы в случае расхождений.

В результате расчёта операционных размеров окончательно определяются все размеры заготовки. На основании полученных операционных размеров студент создает 3D-модель заготовки, а также разрабатывает её рабочий чертеж. На чертеже изображаются все необходимые проекции, сечения и разрезы, указываются размеры с допусками, радиусы, литейные и штамповочные уклоны; отмечаются поверхности, которые принимаются за технологические базы при обработке детали. Штрихпунктирной линией показывается контур готовой детали.

Структура и механические свойства материала, способ получения

заготовки, группа контроля, допустимые дефекты поверхности (трещины, вмятины, раковины, поры и т. п.), допустимые погрешности пространственного расположения поверхностей, термообработка, очистка поверхности от окалины, пропитка, гидроиспытания и другие параметры указываются в технических требованиях чертежа. Пример оформления чертежа заготовки и 3D-модели приведены в Приложении 3.

8. Проектирование операционного технологического процесса предполагает подробную разработку действий при выполнении конкретной технологической операции. Проектируя технологическую операцию, необходимо стремиться к снижению трудоёмкости изготовления детали. Производительность обработки зависит от количества переходов и рабочих ходов, последовательности их выполнения, выбранных режимов резания и т.п.

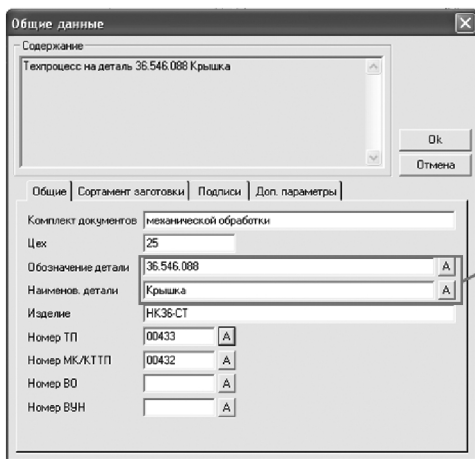
При проектировании операции необходимо окончательно уточнить схему базирования заготовки и простановки операционных размеров. Число и последовательность технологических переходов зависят от вида заготовки и точностных требований к готовой детали, а также определяется её конструкцией, возможностями расположения режущих инструментов на станке и жёсткостью заготовки. Переходы, обеспечивающие высокие требования к точности и шероховатости поверхности, иногда целесообразно выделить в отдельную операцию. Формулировка содержания перехода должна соответствовать требованиям ГОСТ 3.1104—74 /40/.

Инновационный вариант технологического процесса предполагает использование оборудования, позволяющего максимально обработать все поверхности заготовки при минимальном количестве установок. Поэтому число переходов при выполнении таких операций значительно возрастает. При этом большинство формируемых при выполнении операции размеров и технических требований получаются с одной установки, что значительно повышает их точность. При проектировании необходимо также учитывать, что число переходов будет зависеть от возможностей инструментальных магазинов применяемого станка.

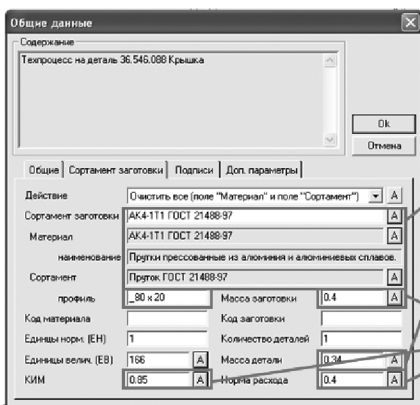
Разработка операций **инновационного технологического процесса** предполагает применение современных CAD, CAM, CAPP систем (например, Adem, Unigraphics NX и др.). Студент по согласованию с руководителем выбирает для проектирования одну из таких систем. Опыт работы с данными

программными пакетами студенты получают при выполнении лабораторных работ, на практических занятиях и самостоятельном изучении учебных материалов.

В качестве примера на рисунках 1...3 приведён порядок проектирования маршрута и технологических операций с использованием АРМ технолога на базе САПР Adem. При проектировании и оформлении технологического процесса большинство параметров в документации заполняются автоматически, основываясь на входных данных /20/. При создании операционных эскизов используются модели и/или чертёжные инструменты внутри среды проектирования.



Данные берутся из конструкторского чертежа; Остальные заполняются автоматически



Берется из конструкторской документации или из базы данных по материалам обрабатываемых в цехе

Рассчитываются в системе

Рисунок 1 - Заполнение общих данных

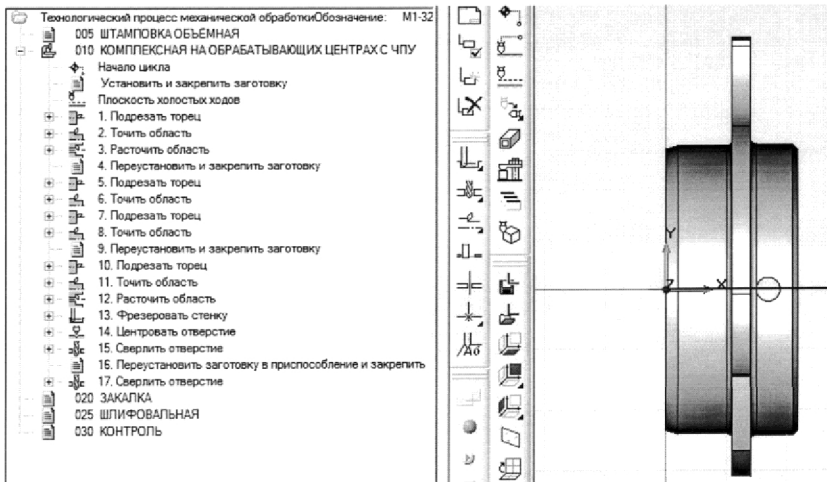
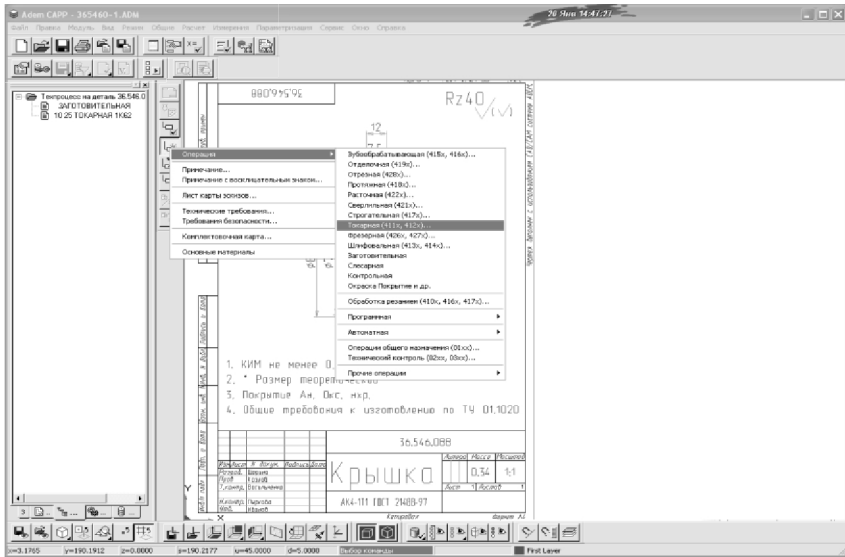


Рисунок 2 – Создание маршрута обработки Adem CAM/CAPP

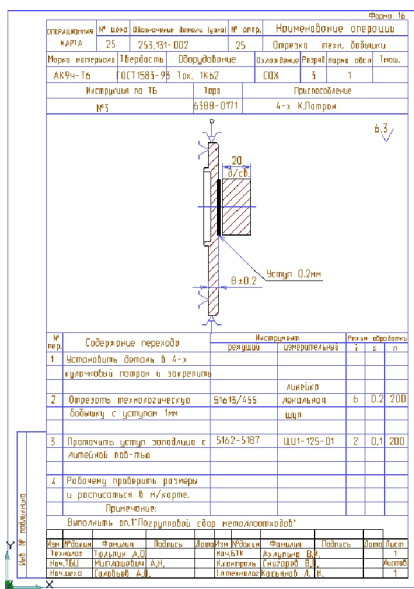
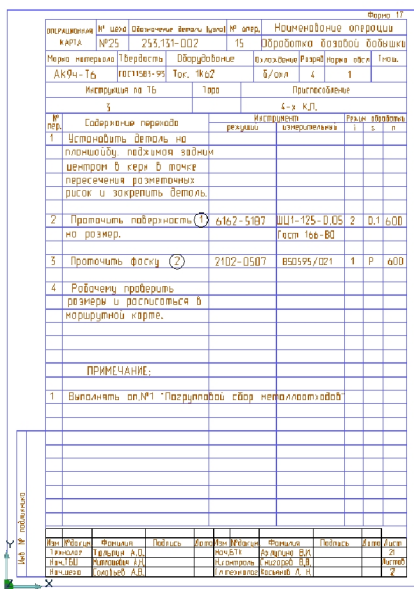


Рисунок 3 - Просмотр сформированных операций

Выполнение пунктов 8.1.2. и 8.2.2. "Расчёт режимов резания" для традиционного и инновационного процессов имеет некоторые различия.

Для традиционной технологии производится расчёт режимов для двух-трёх операций (по заданию руководителя проекта). При этом студенты пользуются нормативными материалами /27, 28, 29/. Например, определение режимов, при обработке поверхности резанием производится в следующей последовательности:

- исходя из припуска на обработку, устанавливается глубина резания;
- выбирается подача по заданной шероховатости поверхности и материалу заготовки (эти данные должны быть согласованы с паспортными значениями подачи станка);
- по известным значениям глубины резания, подачи и с учётом материала заготовки из нормативов определяется скорость резания, полученная величина корректируется введением поправок, которые учитывают несоответствие геометрии инструмента, твердости обрабатываемого материала и другие факторы;
- в соответствии с найденной скоростью резания определяется необходимая частота вращения шпинделя, которая далее сравнивается с паспортными

значениями станка. При несовпадении величин принимают ближайшую меньшую частоту вращения шпинделя станка, после чего определяют фактическую скорость резания и записывают её значение в технологическую операционную карту.

Для инновационной технологии необходимо применять современный режущий инструмент, позволяющий значительно повысить производительность и качество обработки поверхностей /24, 25, 26/. В настоящее время машиностроительные предприятия применяют режущий инструмент ведущих мировых фирм, таких как Sandvik, Iscar, Walter, Korloy и др. Каждая из них использует свои технологии и материалы, но вся их продукция соответствует стандарту ISO. При выборе инструмента студенты используют каталоги этих фирм (по согласованию с руководителем), в которых приведены алгоритм выбора, данные о соответствии определённого вида инструмента конкретным видам переходов операций, производительности и эффективности резания на различных режимах и т.д.

Рассмотрим в качестве примера алгоритм выбора необходимого инструмента и режимов резания для подрезки торца и продольного точения с использованием каталога фирмы «Walter»:

1. Определяется материал заготовки (рисунок 4).

→ Шаг 1
Определите **материал** заготовки:

Группы обрабатываемых материалов		Буквенный код	Группа обработки*
Сталь	Все виды стали и литейной стали, за исключением нержавеющей стали с аустенитной структурой	P	1–13

Рисунок 4 – Определение материала заготовки

2. Выбираются условия обработки (рисунок 5).

→ Шаг 2

Выберите **условия обработки**:

Тип заготовки	Стабильность станка, крепления инструмента и заготовки		
	очень хорошая	хорошая	средняя
Плоское резание, предварительно обработанная поверхность	☺	☹	☹
Литовая корка или закалка, изменение глубины резания, прерывистая поверхность малой сложности	☺	☹	☹
Прерывистая поверхность средней сложности	☹	☹	☹
Прерывистая поверхность высокой сложности	☹	☹	☹

Рисунок 5 – Выбор условий обработки

3. Определяется геометрия сменной пластины (рисунок 6).

→ Шаг 3

Определите **геометрию сменной пластины** по глубине резания (ap) и величине подачи (f).

Подробнее о геометрических параметрах см. в разделе «Техническая информация» на с. 212 и далее.

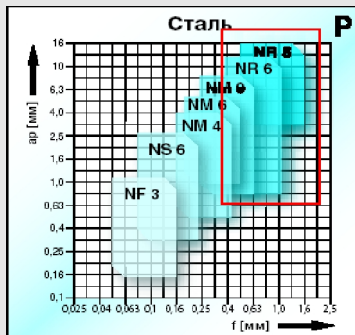


Рисунок 6 – Выбор геометрии сменной пластины (стружколома)

4. Выбирается режущий материал (рисунок 7).

→ Шаг 4

Выберите **режущий материал** с учетом геометрии сменной пластины и условий обработки.

Группа материала заготовки	Геометрия сменной пластины WALTER	Условия обработки		
		☺	☹	☹
P (1-13)	NF 3	WPP 01 / WPP 10	WPP 20	WPP 20
	NS 6	WPP 01 / WPP 10	WPP 20	WPP 20
	NM 4	WPP 05 / WPP 10	WPP 20	WPP 30
	NM 6	WPP 10	WPP 20	WPP 30 / WAK 0
	NM 9	WPP 05 / WPP 10	WPP 20	WPP 30
	NR 6	WPP 10	WPP 20	WPP 30 / WAK 30
	NR 9	WPP 10	WPP 20	WPP 30

Обозначение материалов WALTER	Стандартное обозначение	Группа материала						Область применения						Методы покрытия	Структура слоев					
		P	M	K	N	S	H	01	05	10	15	20	25			30	35	40	45	
WPP 01	HC - P 01	●●																	CVD	TiCN + Al ₂ O ₃ (+TiN)
	HC - K 10			●																
WPP 05	HC - P 05	●●																CVD	TiCN + Al ₂ O ₃ (+TiN)	
	HC - P 10	●●																		
WPP 10	HC - K 20			●														CVD	TiCN + Al ₂ O ₃ (TiN)	
	HC - P 20	●●																		
WPP 20	HC - P 20	●●																CVD	TiCN + Al ₂ O ₃ (TiN)	
	HC - K 30			●																

Рисунок 7 – Выбор режущего материала

5. Выбираются режимы резания (рисунок 8).

6. Затем выбирают пластину CNMM 120412 – NR6 (рисунки 9, 10).

Режимы резания со сменными пластинами для точения с негативной основной формой – твердые сплавы с износостойким покрытием													
Группа материала	Основные группы материалов и буквенный код	Твердость по Бринеллю, HB	Скорость резания V _c										
			WPP 01			WPP 05			WPP 20				
P	Материал заготовки	f [мм/об]	f [мм]			f [мм]			f [мм]				
			0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3		
P	Нержавеющая сталь ¹	ок. 0.15 % С	115	1	439	590	369	607	479	330	509	379	308
		ок. 0.45 % С	195	2	339	560	469	320	189	340	420	300	229
	Низколегированная сталь	ок. 0.45 % С	228	3	259	390	349	360	339	240	309	239	189
		ок. 0.75 % С	270	4	439	460	399	420	339	290	329	279	229
		ок. 0.75 % С	330	5	329	309	299	239	240	230	269	189	169
	Низколегированная сталь	отпущенная	180	6	490	440	429	460	439	280	379	279	229
		отпущенная	275	7	359	349	359	369	239	240	339	239	189
Высокотемпературная сталь	отпущенная	310	8	339	309	299	319	240	240	269	189	149	
	отпущенная	330	9	259	240	270	230	230	189	240	189	129	
Нержавеющая сталь	отпущенная	228	10	439	460	449	460	339	230	230	229	169	
	отпущенная	310	11	349	239	229	249	189	189	199	149	109	
Нержавеющая сталь ¹	ферритная / аустенитная, легированная	230	12	359	309	349	309	309	240	309	240	189	
	мартенситная, отпущенная	240	13	289	270	269	289	209	189	269	189	149	

Рисунок 8 – Выбор режимов резания

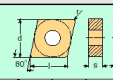

Обозначение	d [мм]	l [мм]	s [мм]	r [мм]	Группа материала															
					P	M	K	N	S	H	VC	BN	VB							
 CNMG CNMM HC – твердый сплав с износостойким покрытием CN – легированная сталь BL – сплав с низким содержанием CBN BN – сплав с высоким содержанием CBN		WPP 01	WPP 05	WPP 10	WPP 20	VC	BN	VB	VC	BN	VB									
		WPP 01	WPP 05	WPP 10	WPP 20	VC	BN	VB	VC	BN	VB									
		WPP 01	WPP 05	WPP 10	WPP 20	VC	BN	VB	VC	BN	VB									
		WPP 01	WPP 05	WPP 10	WPP 20	VC	BN	VB	VC	BN	VB									
		WPP 01	WPP 05	WPP 10	WPP 20	VC	BN	VB	VC	BN	VB									
		WPP 01	WPP 05	WPP 10	WPP 20	VC	BN	VB	VC	BN	VB									
CNMM 120408 – NR 6	12,7	12,9	4,76	0,8	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
CNMM 120412 – NR 6	12,7	12,9	4,76	1,2	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
CNMM 120416 – NR 6	12,7	12,9	4,76	1,6	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
CNMM 160908 – NR 6	15,875	16,1	6,35	0,8	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
CNMM 160912 – NR 6	15,875	16,1	6,35	1,2	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
CNMM 160916 – NR 6	15,875	16,1	6,35	1,6	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
CNMM 160922 – NR 6	19,05	19,3	6,35	1,2	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
CNMM 160926 – NR 6	19,05	19,3	6,35	1,6	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
CNMM 160924 – NR 6	19,05	19,3	6,35	2,4	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
CNMM 120408 – NR 6	12,7	12,9	4,76	0,8	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
CNMM 120412 – NR 6	12,7	12,9	4,76	1,2	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
CNMM 120416 – NR 6	12,7	12,9	4,76	1,6	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
CNMM 160912 – NR 6	15,875	16,1	6,35	1,2	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
CNMM 160916 – NR 6	15,875	16,1	6,35	1,6	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
CNMM 160922 – NR 6	19,05	19,3	6,35	1,2	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
CNMM 160916 – NR 6	19,05	19,3	6,35	1,6	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
CNMM 160924 – NR 6	19,05	19,3	6,35	2,4	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△

Рисунок 9 – Выбор типа пластины

– NR 6	Обозначение ISO	Режимы резания	
		ap [мм]	f [мм]
	CNMM 120408 – NR 6	0,8 – 7,0	0,35 – 0,50
	CNMM 120412 – NR 6	0,8 – 7,0	0,40 – 0,50
	CNMM 120416 – NR 6	0,8 – 7,0	0,45 – 0,50
	CNMM 160612 – NR 6	1,0 – 9,0	0,40 – 0,65
	CNMM 160616 – NR 6	1,0 – 9,0	0,45 – 0,85
	CNMM 160624 – NR 6	2,0 – 9,0	0,55 – 1,00
	CNMM 190612 – NR 6	2,0 – 10,0	0,40 – 0,70
	CNMM 190616 – NR 6	2,0 – 10,0	0,45 – 0,90
	CNMM 190624 – NR 6	2,5 – 10,0	0,55 – 1,20
	CNMM 150608 – NR 6	0,8 – 5,0	0,35 – 0,45
	CNMM 150612 – NR 6	0,8 – 5,0	0,35 – 0,50
	CNMM 150616 – NR 6	0,8 – 5,0	0,35 – 0,55
SNMM 120408 – NR 6	0,8 – 7,0	0,35 – 0,55	
SNMM 120412 – NR 6	0,8 – 7,0	0,40 – 0,65	
SNMM 120416 – NR 6	0,8 – 7,0	0,45 – 0,85	
SNMM 150612 – NR 6	1,0 – 9,0	0,40 – 0,70	

Рисунок 10 – Область применения пластин

В зависимости от вида обработки и формы пластины (C) выбирают рычажную систему крепления и форму державки PCLNR/L (рисунок 11).

WALTER SELECT		
державки для точения		
Наружная обработка см. с. 70 и далее		
Характеристики заготовки	короткая, устойчивая	
	Негативная основная форма	с. 74-83
Система зажима державки WALTER TURN / WALTER CAPTO	Крепление «защелкой»	
	Рычажное крепление	
 Продольное точение / подрезка торца	● ●	● ●
	 Профильное точение	● ●
Рычажная система крепления Негативная основная форма WALTER TURN WALTER CAPTO 95° PCLNR/L с. 75 45° PSDN N с. 83		

Рисунок 11 – Выбор системы крепления и формы державки

На рисунке 12 представлены обозначение и размеры выбранной державки PCLNR 2525 M12.

Инструмент	Обозначение	D	D1	D2	L	L1	L2	L3	L4	Тип
	PCLNR R/L 2020 K12	12	20	20	—	25	15	125	26	CN . 1204 . .
	PCLNR R/L 2525 M12	12	25	25	—	32	16	150	26	
	PCLNR R/L 3225 P12	12	32	25	—	32	16	170	26	CN . 1606 . .
	PCLNR R/L 2525 M16	16	25	25	—	32	19	150	28	
	PCLNR R/L 3225 P16	16	32	25	—	32	19	170	30	
	PCLNR R/L 3232 P16	16	32	32	—	40	18	170	30	CN . 1606 . .
	PCLNR R/L 3232 P19	19	32	32	—	40	22	170	30	
PCLNR R/L 4040 S19	19	40	40	—	50	22	250	36		

Рисунок 12 – Обозначение и размеры державки

Таким образом, для подрезки торца и продольного точения выбраны пластина CNMM 120412 – NR6 и соответствующая державка PCLNR 2525

M12.

Рекомендуемые режимы резания: $a_p = 0,8-7$ мм, $S=0,2-0,4-0,6$ мм/об, $V=380-270-160$ мм/мин.

Для расчёта режимов других специфических видов обработки (электрохимическая, ультразвуковая и т. д.) необходимо использовать специальную справочную литературу или отчёты по научным исследованиям.

При выполнении пунктов **8.1.3** и **8.2.3 "Нормирование операций "** как для традиционного, так и инновационного технологических процессов, применяют расчётно-технический метод /29/. Машинное время находится расчётным путём или путём моделирования операции при помощи САПР, а вспомогательное - по нормативам. Остальные элементы норм времени берутся в процентах от машинного или оперативного времени. Необходимо отметить, что в инновационных операциях вспомогательное время, как правило, значительно меньше, чем в традиционных.

Отличительной особенностью проектирования **инновационных операций**, является разработка управляющих программ и верификация обработки (пункт 8.2.4). Исходными материалами для разработки управляющих программ являются спроектированная операция технологического процесса с выбранными методами обработки и режимами резания, а также созданная в любой из **CAD** программ геометрическая модель. Создание управляющих программ по согласованию с руководителем проекта, осуществляется с использованием **CAM** приложений программ **ADEM, Unigraphics NX, SolidWorks, T-FLEX** и др. Результатом работы должны быть распечатанный листинг управляющей программы, а также электронные копии траектории инструмента и визуализации обработки. В качестве примера рассмотрим порядок работы системы **Unigraphics NX** при создании управляющей программы для обработки детали "Корпус" (рисунок 13).



Рисунок 13 – Схема модуля «обработка»

В модуле "Создание элементов обработки (операции)" задаются следующие элементы:

- выбирается метод обработки (плоское фрезерование-mill planar) (рисунок 14);

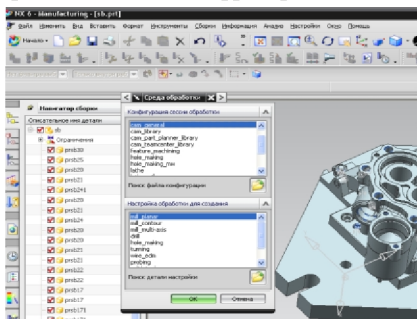


Рисунок 14 – Выбор метода обработки

- создаётся система координат станка и система координат детали;

- задаётся геометрия обрабатываемой детали, заготовки и приспособления (рисунок 15);

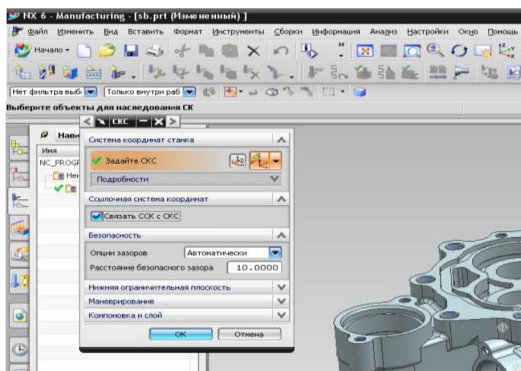


Рисунок 14– Задание система координат станка

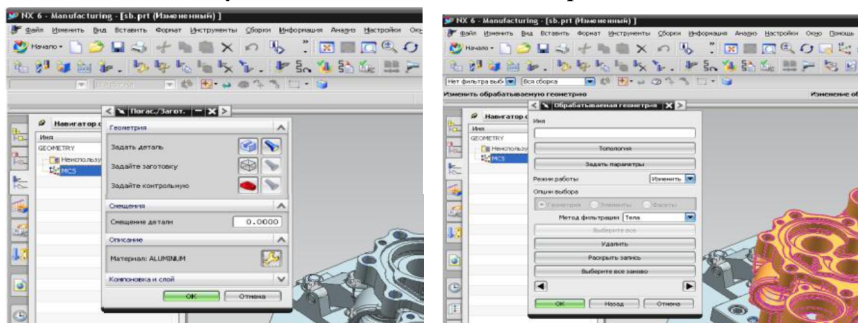


Рисунок 15- Задание геометрии

- для каждого перехода создаётся инструмент, выбираются его геометрические параметры (рисунок 16). Для фрезерования фланцев в качестве инструмента выбирается торцовая фреза, со сменными твердосплавными пластинками, диаметром 100 мм;

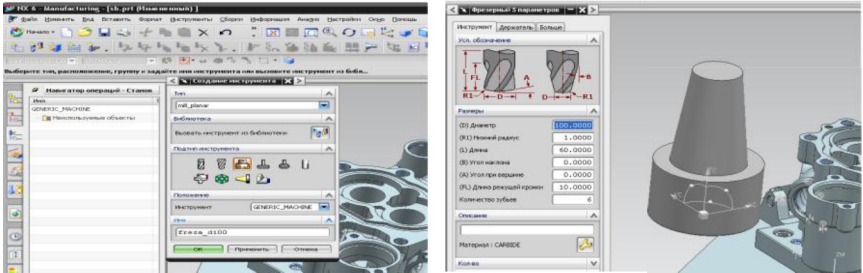


Рисунок 16 – Создание инструмента

- создаются переходы и операция, для этого выбираются необходимые параметры, задаётся геометрия обработки, параметры резания (стратегия, припуск, углы, соединения, конфигурация) (рисунки 17, 18, 19);

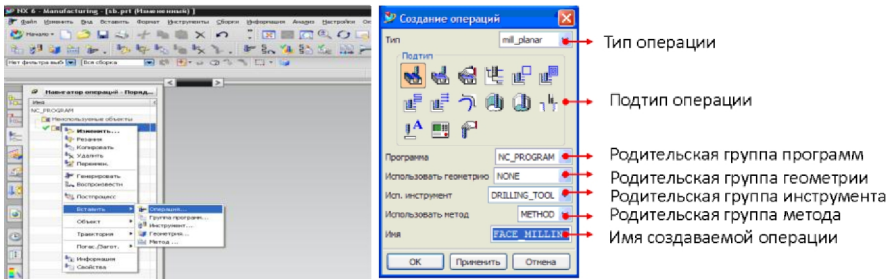


Рисунок 17 – Создание операции

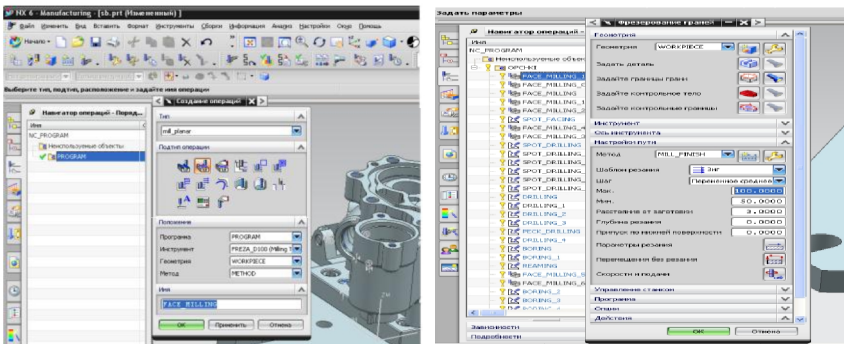


Рисунок 18 – Выбор необходимых параметров и геометрии операции

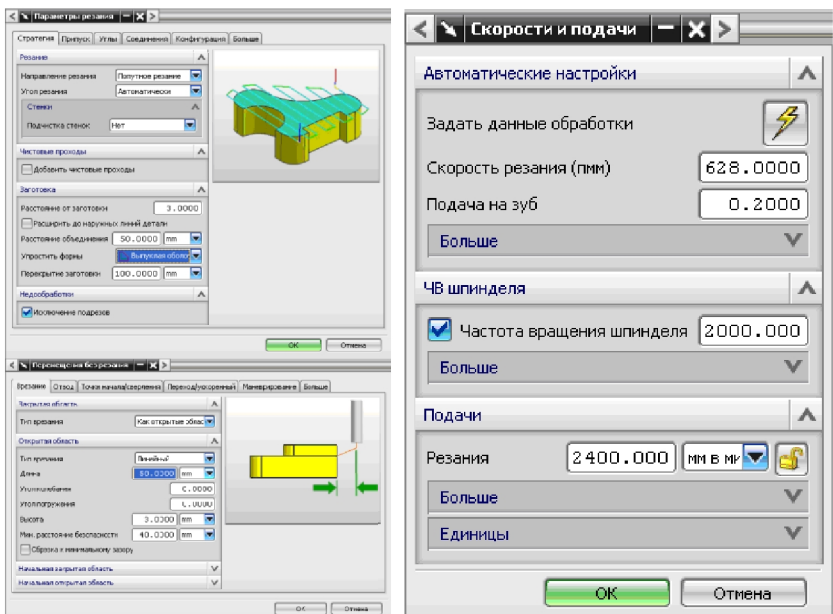


Рисунок 19 – Выбор параметров резания

- формируется переход и траектория движения инструмента (рисунок 20), затем корректируются величины врезания, перебега, задаются плоскости быстрых перемещений инструмента и т.д.;

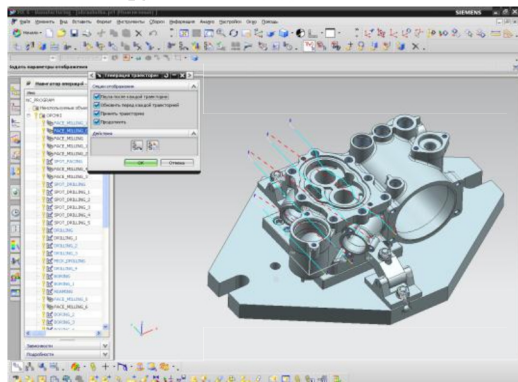


Рисунок 20 –Траектория на переход «фрезерование фланца»

- визуализация процесса обработки (рисунок 21), если полученный переход удовлетворяет всем требованиям, то формируется следующий переход;

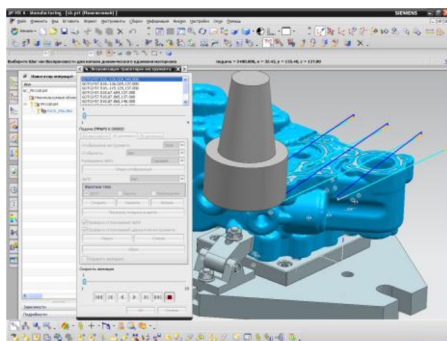


Рисунок 21 – Визуализация обработки
- генерируется управляющая программа (рисунок 22).

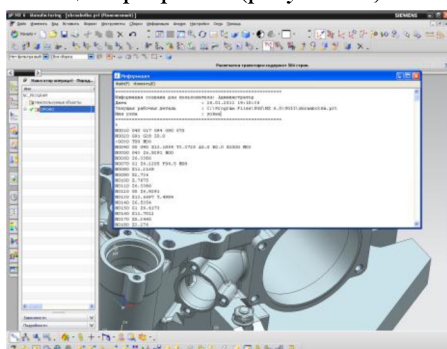


Рисунок 22 – Листинг управляющей программы

9. Для спроектированного технологического процесса студент конструирует специальное станочное приспособление. Конструкция приспособления разрабатывается с учётом особенностей оборудования, для которого приспособление проектируется с соблюдением всех норм техники безопасности. При этом необходимо обеспечить требуемую точность изготовления детали, наибольшую производительность при наименьшей стоимости приспособления.

Рекомендуется следующий порядок проектирования приспособления: ознакомление по литературным источникам /31...34/ с конструкциями приспособлений, аналогичных заданному; выбор прототипа приспособления и его критический анализ с точки зрения соответствия установленным требованиям; поиск путей совершенствования конструкции; составление эскизных вариантов конструкции приспособления и согласование эскизов с руководителем проекта; расчёт приспособления на точность, экономическое обоснование выбранного варианта приспособления; расчёт на надёжность

закрепления; разработка **3D** модели приспособления; расчёт элементов приспособления на прочность с использованием системы **ANSYS**; оформление чертежа общего вида приспособления.

В результате изучения прототипов приспособлений студент разрабатывает конструктивные варианты приспособления. На рисунке 23 приведены примеры конструктивных схем приспособления для фрезерования паза.

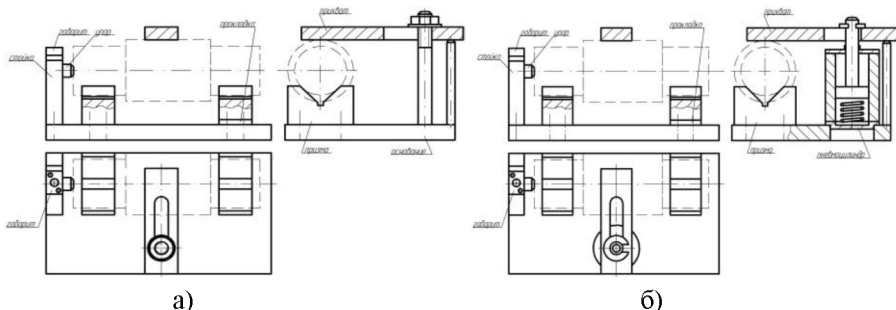


Рисунок 23 – Конструктивные схемы приспособления
а - с ручным зажимом, б - с механизированным зажимом

Расчёт на точность и экономическое сравнение вариантов приспособлений позволяет выбрать наиболее эффективный вариант /35/. Разработка **3D** модели приспособления выполняется по согласованию с руководителем проекта с помощью систем **Adem**, **Unigraphics NX** и др. При этом необходимо стремиться к максимальному использованию баз данных стандартизованных и нормализованных деталей и полуфабрикатов данных систем, что позволяет сократить трудоёмкость проектирования примерно на 25% и уменьшить стоимость изготовления приспособления на 20...30 %. Примеры моделей приведены на рисунках 24, 25.

Для наиболее нагруженных деталей приспособления выполняется анализ прочности с использованием системы **ANSYS**. Необходимые для анализа **3D**-модели деталей приспособления получают при разработке **3D**-модели приспособления. Методики и схемы нагружения деталей необходимыми усилиями рассмотрены в соответствующих приложениях описания системы **ANSYS**.

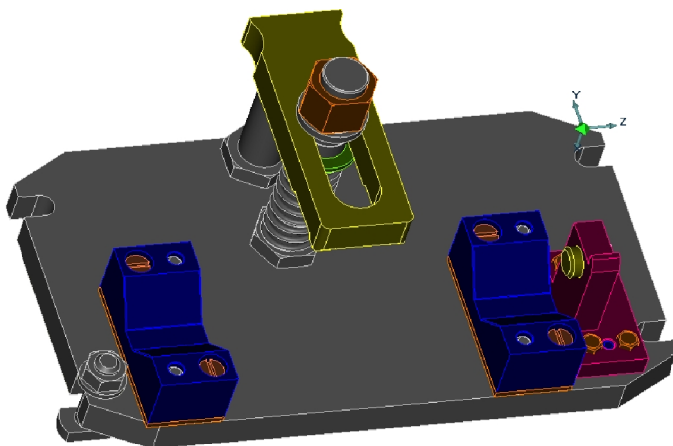


Рисунок 24 - **3D** модель фрезерного приспособления

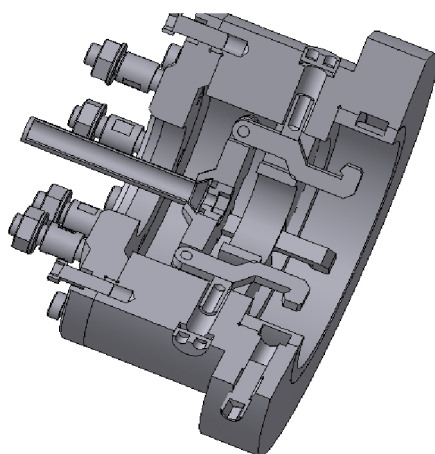


Рисунок 24 - **3D** модель токарного приспособления

На рисунках 25, 26 приведены примеры представления результатов расчёта напряжений и перемещений, возникающих в кулачке приспособления, показанного на рисунке 24.

Сборочный чертёж приспособления обычно выполняется в масштабе 1:1 и должен содержать необходимое количество проекций, разрезов, сечений, дающих полное представление о конструкции приспособления и его отдельных деталей. На чертеже проставляются габаритные размеры приспособления, размеры посадочных мест для установки обрабатываемой

детали или координаты установочных элементов с допусками, размеры и посадки для ответственных соединений. Кроме того, указываются технические требования на сборку, приемку и установку приспособления на рабочей позиции.

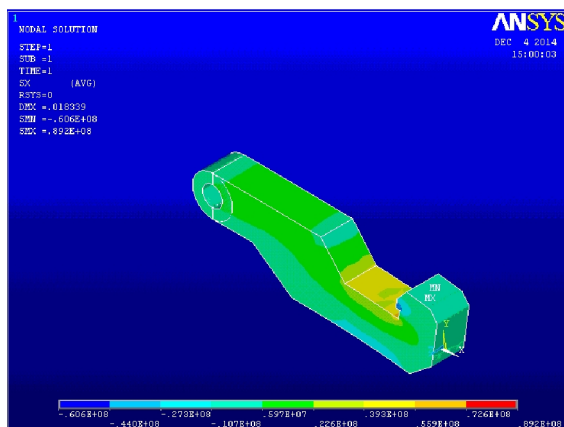


Рисунок 25 - Напряжения, возникающие в кулачке

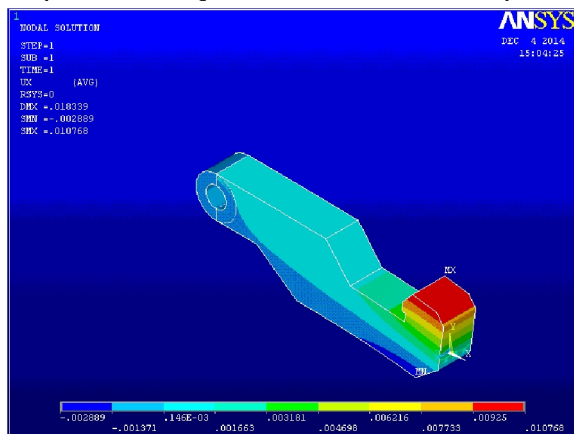


Рисунок 26 - Перемещения, возникающие в кулачке

Чертеж приспособления снабжается основной надписью и спецификацией входящих деталей, которая располагается непосредственно над основной надписью или на отдельном листе. В приложении И приведён пример сборочного чертежа приспособления.

10. По согласованию с руководителем проекта студент разрабатывает 1-2 графические операционные карта (карты наладки). Графическая

операционная карта представляет собой иллюстрированную схему взаимосвязи обрабатываемой заготовки, приспособления, станка и режущего инструмента в процессе выполнения им конкретной операции.

Обрабатываемая заготовка на эскизе графической операционной карты обязательно вычерчивается в рабочем положении. Обрабатываемые поверхности обводятся жирной линией, проставляются операционные размеры с допусками, обозначается шероховатость обработанных поверхностей; вместе с заготовкой показывается конструктивная схема приспособления с установочными, зажимными и другими элементами, что даёт наглядное представление о способе установки заготовки, а также показывается связь приспособления со станком. Вычерчивается положение инструмента (режущего, вспомогательного) в контакте с обрабатываемой заготовкой в конце рабочего хода. При простановке размеров необходимо показать связь обрабатываемых поверхностей с базами станка, приспособления и с расположением инструментов при многоинструментальной обработке. Под эскизом записываются технические требования, предъявляемые к данной операции, даются указания по соблюдению техники безопасности. Эскизы графических операционных карт выполняются в необходимых проекциях.

Примеры выполнения, графической операционной карты приведены в приложении **К**.

11. Вся технологическая документация оформляется с использованием средств САПР ТП. Студент оформляет комплект операционных карт на весь разработанный технологический процесс /39, 40/. В операционные карты заносятся название операции и все данные характеризующие заготовку, выполняется операционный эскиз, указываются вид оборудования, приспособления и название операции. Затем в соответствующие графы записывается содержание переходов и с учётом действующих стандартов и нормалей приводятся название и характеристика применяемого режущего, мерительного и вспомогательного инструмента, назначенные режимы обработки и нормы времени.

Заготовка на операционном эскизе показывается в рабочем положении со всеми необходимыми проекциями и сечениями. Согласно ЕСТПП на проекциях условно указываются базовые поверхности, места закрепления, обрабатываемые поверхности, размеры с допусками, относящиеся к данной операции, обозначения шероховатости обрабатываемых поверхностей и

другие сведения. Обрабатываемые поверхности показываются жирными линиями и обозначаются номерами. Нумерация поверхностей детали сохраняется на всех операциях. Под эскизом записываются технические требования, предъявляемые к данной операции. При необходимости даются указания по технике безопасности. Аналогично заполняются карты для операций промежуточного и окончательного контроля деталей

Оформленные операционные карты брошюруются в альбом вместе с титульным листом и маршрутной картой. Пример оформления операционной карты приведён в приложении Л.

Список литературы

Раздел "Технологический анализ рабочего чертежа детали "

1. Российская энциклопедия CALS. Авиационно-космическое машиностроение [Текст] / [гл. ред. А. Г. Братухин]. - М.: НИЦ АСК, 2008. - 607 с.
2. Технологический анализ рабочего чертежа детали: Метод, указания (Сост. Крашенинников К.И., Курбатов В. П.) - Куйбышев: КуАИ, 1986.-31 с.
3. Технологичность конструкции изделий: Справочник / Под ред. Ю. Д. Амирова. -М.: Машиностроение, 1990. - 768 с.
4. Проектирование авиационных газотурбинных двигателей [Текст] / [В. П. Данильченко [и др.] ; Самар. науч. центр РАН. - Самара : Изд-во СНЦ РАН, 2008. - 619 с.

Раздел "Оптимизация заготовительного этапа изготовления детали"

5. Технология конструкционных материалов [Текст]: [учеб. для машиностроит. вузов / А.М. Дальский, Т.М. Барсукова, Л.М. Бухаркин и др.]; под общ. ред. А.М. Дальского.-6-е изд., испр. и доп.- М.: Машиностроение, 2005.-592 с.
6. Проектирование и производство заготовок [Текст] : учебник : [для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Конструкт.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в"] / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин, А. В. Макаров. - Старый Оскол : ТНТ, 2006. - 447 с.
7. А.П. Шулепов, И.М. Трухман, И.Л. Шитарев. Проектирование заготовок деталей авиационных двигателей, получаемых методами горячего объёмного деформирования: Учеб.пособие. – Самар. гос. аэрокосм. ун-т. - Самара, 1998. - 50 с.
8. Ковка и штамповка [Текст]: Справочник: в 4 т. / ред. совет: Е. И. Семенов (пред.) и др. - М. : Машиностроение, 1985 -Т. 2: Горячая объёмная штамповка: справочное издание / А. П. Атрошенко и др.; под ред. Е. И. Семенова. - 1986. - 588 с.
9. Семенов, Е.И. Технология и оборудованиековки и горячей штамповки [Текст]: Учеб.для сред. проф. учеб. заведений по спец. 1105 "Обраб. металлов давлением" / Е. И. Семенов. - М.: Машиностроение, 1999. - 383 с.
10. Афонькин, М.Г., Штицкая, М.В. Производство заготовок в машиностроении. - Л.: Машиностроение, 1987.- 256 с.
11. Вишняков, А. Е. Технологическое обоснование выбора способа получения

заготовки [текст] / А. Е Вишняков.- КуАИ: Куйбышев, 1981.- 68 с.

**Разделъ: "Проектирование маршрутного технологического процесса изготовления детали", "Расчёт операционных размеров",
"Проектирование операционного технологического процесса"**

12. Технология производства авиационных двигателей [Текст] : монография / Богуслаев В. А., Качан А. Я., Мозговой В. Ф., Кореневский Е. Я. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Запорожье : Мотор Сич, 2010 - Ч. 1: Основы технологии авиадвигателестроения. - 2010. - 416 с.
13. Технология производства авиационных двигателей [Текст] : монография / Богуслаев В. А., Качан А. Я., Мозговой В. Ф., Кореневский Е. Я. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Запорожье : Мотор Сич, 2010 - Ч. 2 : Основы проектирования технологических процессов обработки деталей и методы исследования в технологии авиадвигателестроения. - 2010. - 429 с.
14. Технология изготовления основных деталей газотурбинных двигателей [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ф. И. Демин, Н. Д. Проничев, И. Л. Шитарев; под общ. ред. Ф. И. Демина. - М.: Машиностроение, 2002. - 327 с.
15. Маталин, А.А. Технология машиностроения [Текст] : [учеб. для вузов по направлению подгот. "Конструк.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в"] / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. - СПб. [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.
16. Технология производства авиационных газотурбинных двигателей [Текст]: [учеб. пособие для вузов] / Ю. С. Елисеев и др. - М. : Машиностроение, 2003. - 511 с.
17. Технологические процессы механической и физико-химической обработки в авиадвигателестроении [Текст] : [учеб. пособие для вузов / В. Ф. Безъязычный и др.] ; под общ. ред. В. Ф. Безъязычного. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Машиностроение, 2007. - 538 с.
18. Справочник технолога-машиностроителя [Текст]: в 2 т. / [А. М. Дальский [и др.]; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - М.: Машиностроение, Т.1. - 2003. - 912 с.
19. Справочник технолога-машиностроителя [Текст]: в 2 т. / [А. М. Дальский [и др.]; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - М.: Машиностроение, Т.2. - 2003. - 943 с.
20. Чемпинский, Л.А. Компьютерное моделирование в CAD\CAM ADEM: учеб. пособие / Л.А.Чемпинский. - Самара: изд-во Самар. гос. аэрокосм.

ун-та, 2010.-224 с.

21. Проектирование технологического маршрута изготовления детали [текст]: методические указания к курсовой работе/ Ф.И. Демин, К.П. Крашенинников, В.Г. Филимошин, И.А. Шитарев.-СГАУ: Самара, 1994.- 44 с.
22. Расчёты размерно - точностных параметров механической обработки заготовок [Текст] : учеб. пособие / И. А. Ивашенко, И. М. Трухман; Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева. - 3-е изд., испр. и доп. - Самара: СГАУ, 1993. - 99 с.
23. Ивашенко, И. А. Проектирование технологических процессов производства двигателей летательных аппаратов, Учебное пособие. М.: Машиностроение, 1981.- 224 с.
24. Резание металлов и режущие инструменты [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / В. Г. Солоненко, А. А. Рьжкин. - Изд. 2-е, стер. - М.: Высш. шк., 2008. - 414 с.
25. Резание материалов [Текст] : [учеб. для вузов] / Д.В. Кожевников, С.В. Кирсанов; под общ. ред. С.В. Кирсанова.-М.: Машиностроение, 2007.-303 с.
26. Высокопроизводительная обработка металлов резанием /AB Sandvik Coromant. - М.: Издательство "Полиграфия", 2003.-301 с.
27. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник: В 2-х т.: Т.1/А. Д. Локтев и др.- М.: Машиностроение, 1991. -640 с.
28. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник: В 2-х т.: Т.2/А. Д. Локтев и др.- М.: Машиностроение, 1991. -304 с.
29. Справочник нормировщика [текст] / Под редакцией А. В. Ахумова. Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1986.- 458 с.

Раздел "Экономическое сравнение базового и инновационного технологического процесса"

30. Определение технологической себестоимости операции по элементам затрат: Метод. указания / Самар. гос. аэрокосм. унт; Сост. А.П.Шулепов, Н.Д. Проничев, О.С. Сурков.- Самара: СГАУ, 2004.- 60 с.

Раздел "Проектирование технологической оснастки"

31. Проектирование технологической оснастки [Текст]: учеб. пособие / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов; Федер. агентство по образованию, Кузбас. гос. техн. ун-т. - Кемерово: ГУ КузГТУ, 2006. - 204 с.
32. Альбом технологической оснастки для станков с ЧПУ в авиадвигателестроении [Текст]: учеб. пособие для вузов/ [В. Ф.

- Безъязычный и др.]; Под общ. ред. В. Ф. Безъязычного. - М. : Машиностроение, 2000 - .Ч. 1: Станочные приспособления для станков с ЧПУ в авиадвигателестроении. - 2000. - 146 с.
33. Технологическая оснастка: вопросы и ответы [Текст] : [учеб. пособие по специальности "Технология машиностроения"] / Н. П. Косов, А. Н. Исаев, А. Г. Схиртладзе. - М.: Машиностроение, 2005. - 303 с.
34. Проектирование технологической оснастки [Текст]: учебник / А.П. Шулепов, В.А. Шманев, И.Л. Шитарев; под ред. А.П. Шулепова; Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева. - Самара: СГАУ, 1996. - 374 с.
35. Моделирование технологической подготовки производства : метод. указания / сост.: [В.В. Казандаев и др.] – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. – 160 с.
36. Горошкин, А. К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. - М.: Машиностроение, 1979.-303 с.
37. Кузнецов, Ю.И., Маслов, А.Р., Байков, А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990.-512 с.
38. Станочные приспособления: Справочник. В2-х т. /Под ред. Н. Вардашкина и др. М.: Машиностроение, 1984.

Раздел "Оформление комплекта технологической документации с использованием средств САПР ТП"

39. Компьютерные чертёжно-графические системы для разработки конструкторской и технологической документации в машиностроении: Учебное пособие /А.В. Быков и др.; Под ред. Л.А. Чемпинского. - М.: Издательский центр "Академия", 2002.-224 с.
40. Виды и формы технологической документации. Правила оформления: Метод. указания / Сост. В. Г. Филимошин, В.А. Захаров. Самар.авиац. ин-т. Самара, 1992.- 43 с.

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект по дисциплине

"Инновационные производственные технологии в двигателестроении "

Тема проекта: "Разработка технологического процесса изготовления детали
" _____ "

Студент _____, группа _____

Исходные данные:

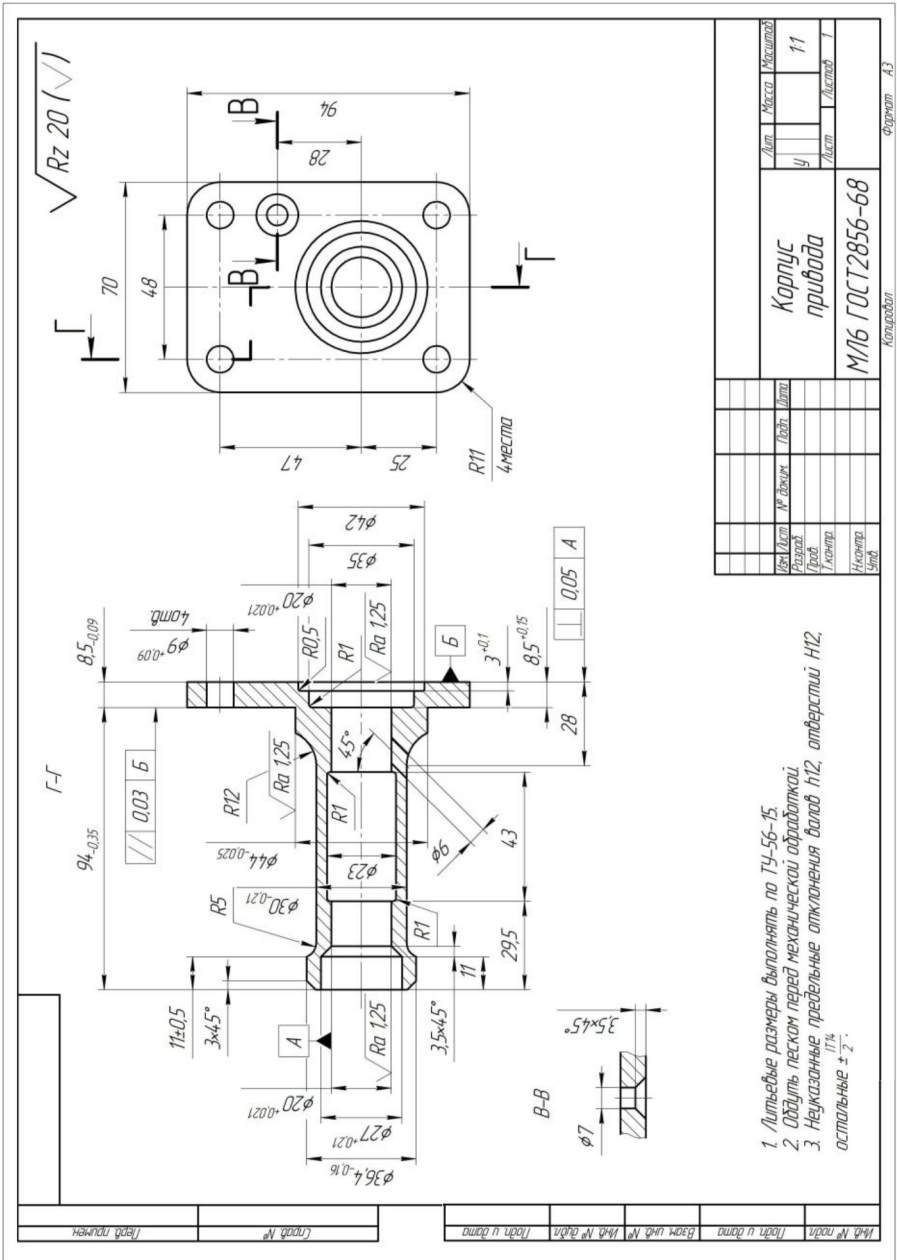
1. Рабочий чертёж детали _____, вариант № ____.
2. Программа выпуска в год _____ шт.

№ п/п	Содержание проекта	Объём, %	Срок выполнения
1	Технологический анализ рабочего чертежа детали		
2	Стратегии разработки традиционной и инновационной технологий		
3	Определение серийности производства		
4	Оптимизация заготовительного этапа изготовления детали		
5	Проектирование маршрутного технологического процесса изготовления детали		
6	Экономическое сравнение базового и инновационного технологического процесса		
7	Расчёт операционных размеров		
8	Проектирование операционного технологического процесса		
9	Разработка управляющей программы и верификация обработки		
10	Проектирование специальной станочной оснастки		
11	Разработка карт наладки на операции		
12	Оформление комплекта технологической документации с использованием средств САПР ТП		
13	Оформление расчётно-пояснительной записки (25-30 страниц)		

Дата выдачи задания " ____ " _____ 20 __ г.

Руководитель проекта _____ / _____ /

Приложение Б



Приложение В

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЁВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

КАФЕДРА
"ПРОИЗВОДСТВО ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ"

РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту по дисциплине
"Технологии изготовления деталей двигателей летательных аппаратов"

Тема проекта: "Разработка технологического процесса изготовления детали
_____ "

Выполнил студент _____

Группа _____

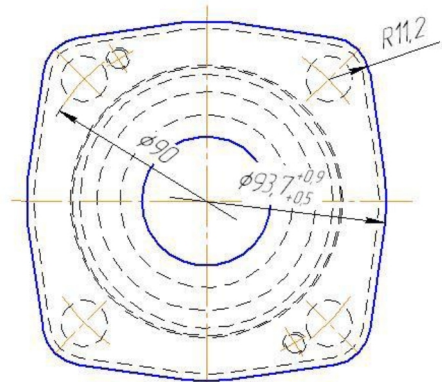
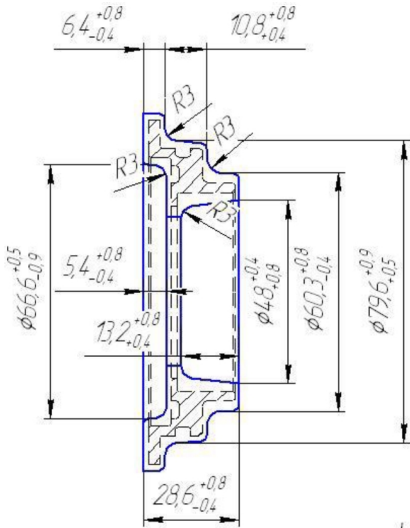
Руководитель проекта _____

Проект защищен с оценкой _____

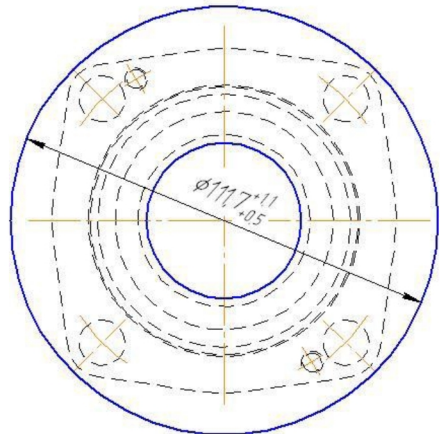
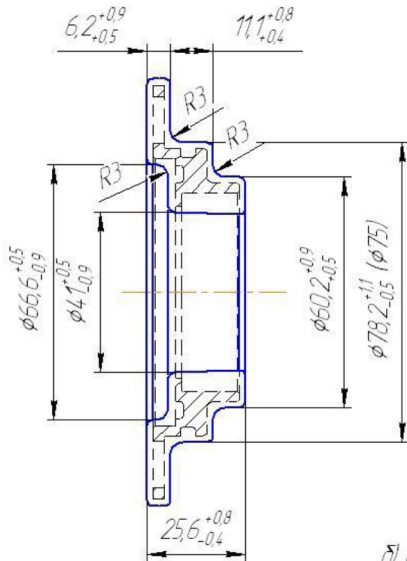
Комиссия _____

САМАРА 20__ г.

Варианты получения заготовок



а) КГШП



б) ГKM

Приложение Д

Таблицы экономической точности обработки

Таблица 1 - Средняя точность обработки и шероховатость наружных поверхностей тел вращения

Способы обработки и число ступеней	Точность размеров по	Шероховатость поверхности, мкм
Обтачивание однократное, черновое	12	10...5
Обтачивание предварительное и обтачивание чистовое	11...10	5...2,5
Обтачивание однократное и шлифование однократное	10...8	2,5...0,63
Обтачивание предварительное, обтачивание чистовое и шлифование однократное	9...7	1,25...0,63
Обтачивание предварительное, обтачивание чистовое и обтачивание тонкое	8...6	0,63...0,32
Обтачивание однократное, шлифование предварительное и шлифование чистовое	8...6	0,63...0,32
Обтачивание предварительное, обтачивание чистовое и шлифование предварительное	7...6	0,63...0,32
Обтачивание предварительное, е чистовое, шлифование предварительное и шлифование	7...5	0,32...0,16
Обтачивание предварительное, обтачивание чистовое, шлифование предварительное, шлифование чистовое и шлифование тонкое	6...5	0,32...0,08

Таблица 2 -Средняя точность обработки и шероховатость поверхности отверстий

Способы обработки	Точность размеров по	Шероховатость поверхности, мкм
В сплошном металле		
Сверление	12	40...5
Сверление и зенкерование	11	10...2,5
Сверление и развертывание	9...8	5...1,25
Сверление и протягивание	9...8	5...0,32
Сверление, зенкерование и развертывание	9...8	2,5...0,63
Сверление и двукратное развертывание	8...6	2,5...0,32
Сверление, зенкерование и шлифование	8...6	1,25...0,32
Сверление, зенкерование и двукратное развертывание	8...6	1,25...0,32
Сверление, протягивание и калибрование	8...6	1,25...0,32
В заготовках с отверстием		
Зенкерование или растачивание	12	10...2,5
Рассверливание	12	40...5
Двукратное зенкерование или растачивание	11	20...5
Зенкерование или растачивание и развертывание	8	5...1,25
Двукратное зенкерование и,развертывание или двукратное растачивание и развертывание	9...8	2,5...0,63
Зенкерование или растачивание и двукратное развертывание	8...6	1,25...0,32
Зенкерование или двукратное растачивание и двукратное развёртывание или тонкое растачивание	8...6	1,25...0,16
Зенкерование или двукратное растачивание и хонингование	8...6	0,16...0,03
Прогрессивное протягивание и шлифование	8...6	1,25...0,16

Продолжение Приложения Д

Таблица 3 - Средняя точность обработки плоских поверхностей

Способы обработки	Точность размеров по качеству	Шероховатость поверхности, мкм
Строгание и шлифование цилиндрическими и торцевыми фрезами		
Черновое	15...11	20...1,25
Получистовое однократное	12...11	5...1,25
Чистовое	10	2,5...0,63
Тонкое	9,6	2,5...0,16
Протягивание		
Черновое (литых и штамповочных поверхностей)	11...10	5...0,63
Чистовое	9...6	2,5...0,32
Шлифование		
Однократное	9...7	2,5...0,16
Предварительное	9...8	2,5...0,32
Чистовое	8...7	0,63...0,08
Тонкое	7...6	0,32...0,04

Таблица 4 - Средняя точность обработки и шероховатость резьбовых поверхностей

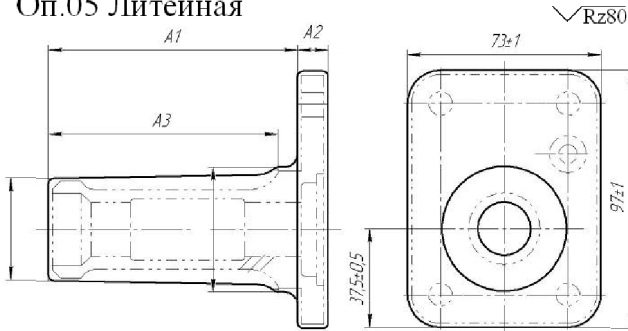
Способы обработки	Точность размеров по качеству	Шероховатость поверхности, мкм
Круглыми плашками	9...8	20...5
Метчиками	7...6	10...2,5
Фрезерование		
Дисковыми фрезами	7...6	10...1,25
Гребенчатыми фрезами	7...6	10...2,5
Точение		
Резцами	6...5	5...0,63
Гребенками	7...6	10...0,63
Вращающимися резцами (вихревой метод)	7...6	5...1,25
Самораскрывающимися головками	6...5	10...1,25
Плоскими плашками	6...5	1,25...0,32
Резьбонакатными роликами	7...5	1,25...0,16

Таблица 4 - Средняя точность обработки зубчатых колес

Способы обработки	Точность размеров по	Шероховатость поверхности, мкм
Фрезерование		
предварительное	16...15	20...2,5
чистовое дисковой фрезой	15...14	10...1,25
чистовое червячной фрезой	14...13	10...1,25
Долбление чистовое	14...13	5...0,63
Протягивание	13...12	5...0,63
Строгание чистовое	13...11	5...0,63
Шевингование	13...12	2,5...0,32
Шлифование	12...11	1,25...0,16

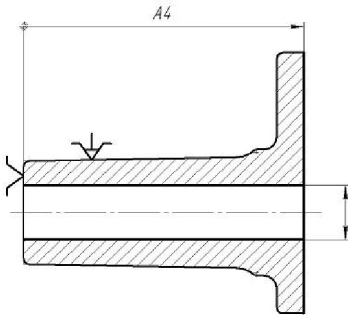
Приложение Е

Оп.05 Литейная



Оп.10 Токарная

√Rz 40

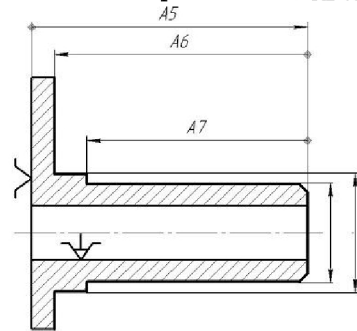


Станок: 16К20

Приспособление: патрон трёхлапчатый

Оп.15 Токарная

√Rz 40

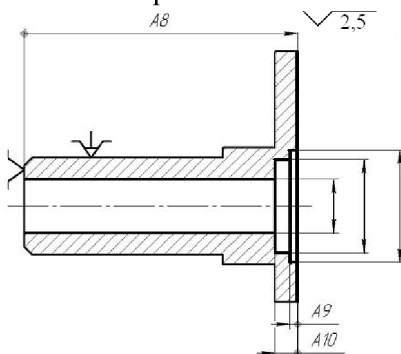


Станок: 16К20

Приспособление: оправка цанговая

Оп.20 Токарная с ЧПУ

√2,5

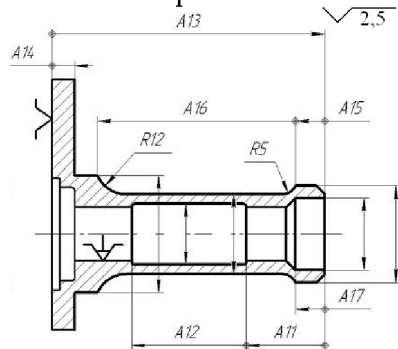


Станок: 16К20Ф3

Приспособление: патрон трёхлапчатый

Оп.25 Токарная с ЧПУ

√2,5

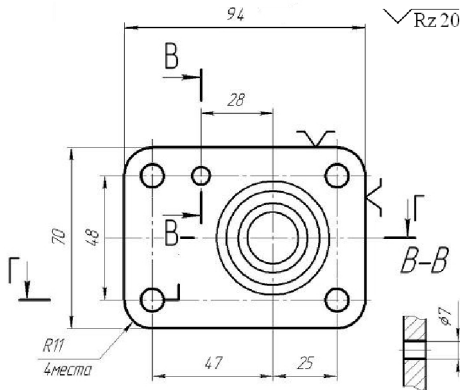


Станок: 16К20Ф3

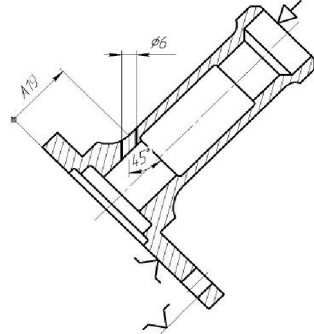
Приспособление: оправка цанговая

Продолжение Приложения Е

Оп.30 Фрезерно-сверлильная с ЧПУ



Оп.35 Сверлильная $\sqrt{Rz 20}$



Станок: 2Н125
Приспособление: кондуктор



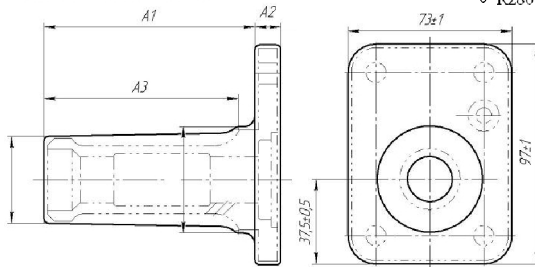
Станок: 6Р13Ф3
Приспособление: оправка

Оп.40 Слесарная

Оп. 45 Контрольная

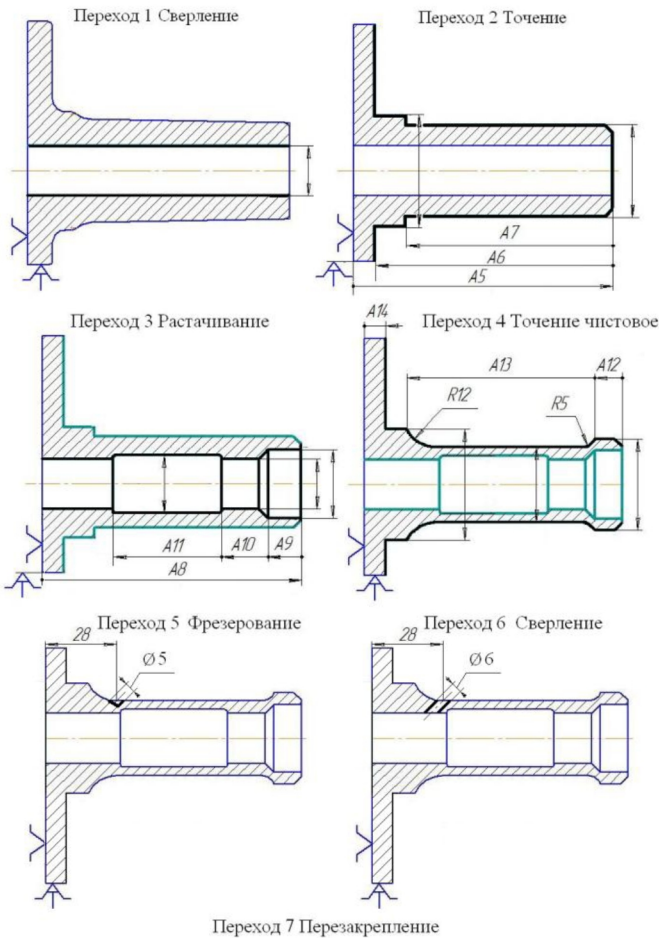
Традиционный технологический маршрут обработки

Оп.05 Литейная

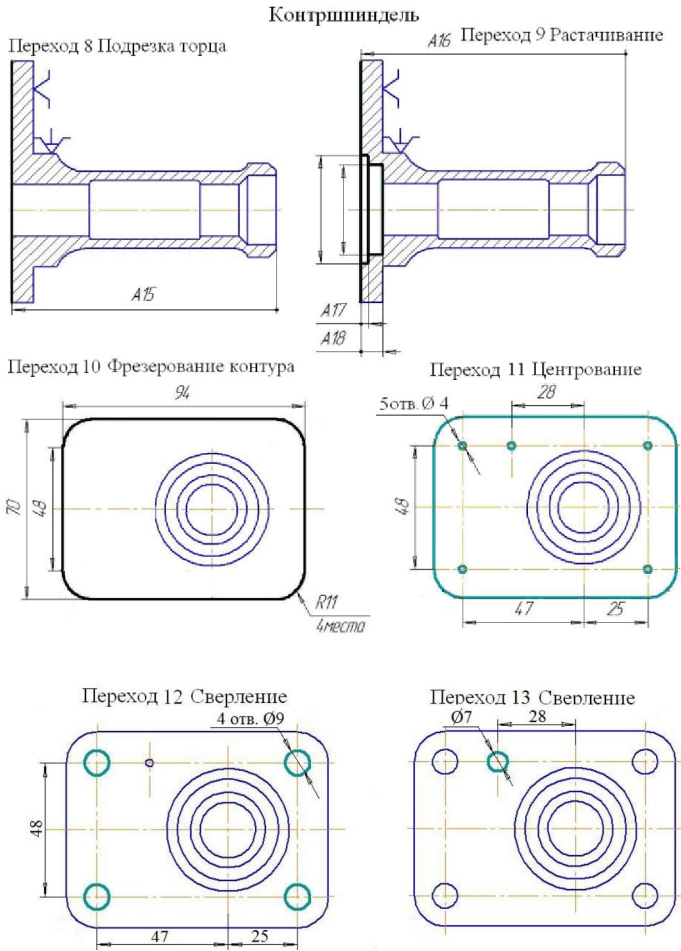


Оп.10 Токарно-фрезерно-сверлильная

Главный шпindelь



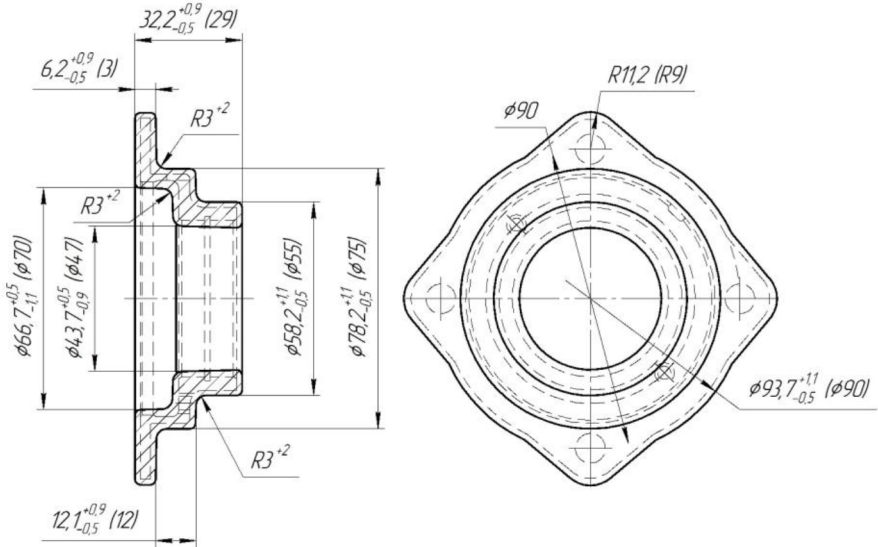
Продолжение Приложения Ж



Оп.15 Слесарная

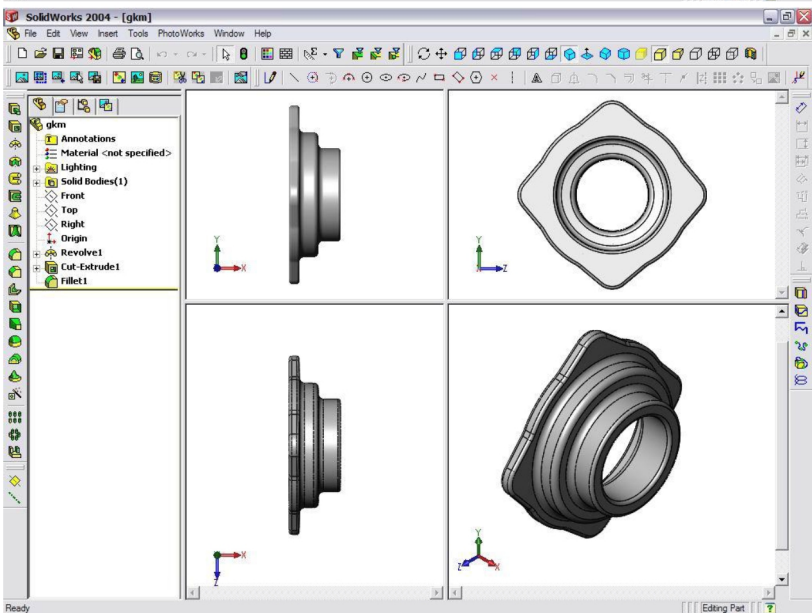
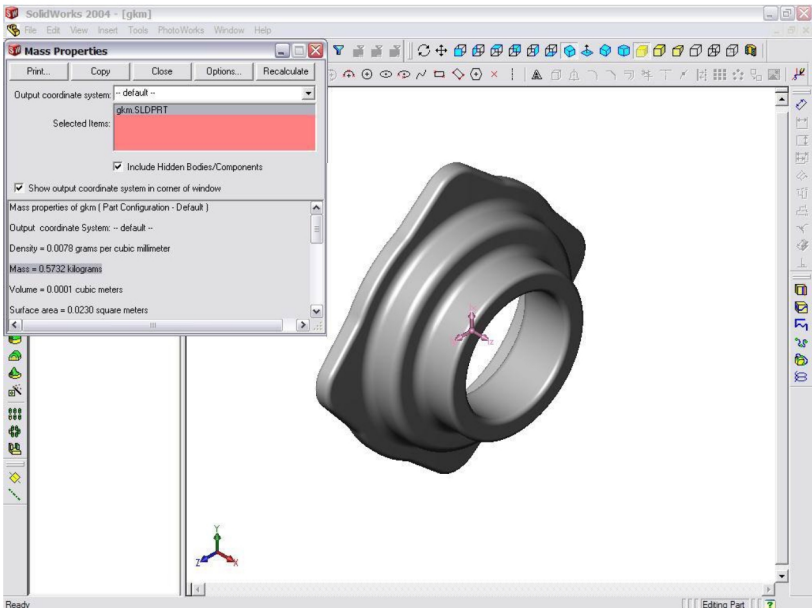
Оп. 20 Контрольная

Чертеж заготовки

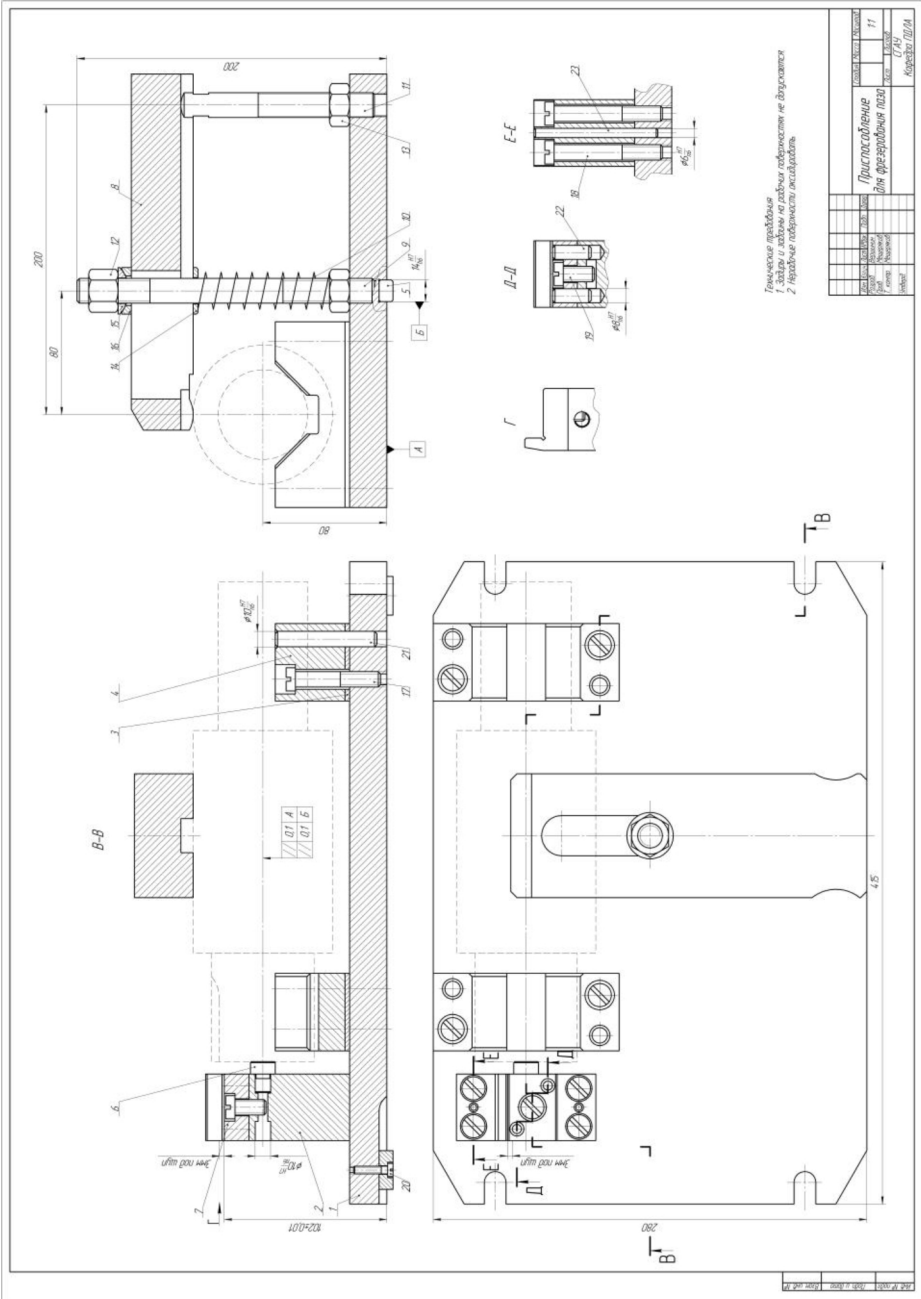


1. Штамповка на ГKM
2. Группа контроля 3.
3. Класс точности 2.
3. ТO – нормализация.
4. Штамповочные уклоны – наружные 15° , внутренние 1° .
5. Смещение оси центрального отверстия не более 1,5 мм.
6. Дефекты допускаются на глубину до половины припуска на механическую обработку.
7. Твердость HRC 30...37.
8. В скобках указаны чистовые размеры детали.
9. Зазусенец по периметру среза не более 2 мм.
10. Неуказанные штамповочные радиусы $r=1,6^{+2}$.
11. КИЗ – 0,357.

3-D модель заготовки



Приложение И



Листы 1-13

Лист 1
Фланцевые фланцы и тарелки бобышек

Лист 2
Центральная отбортовка

Лист 3
Сварочные отбортовки #5

Лист 4
Сварочные отбортовки #10

Лист 5
Сварочные отбортовки #20

Лист 6
Земляничные отбортовки #25

Лист 7
Земляничные отбортовки #55

Лист 8
Радиальные отбортовки #5,8

Лист 9
Фланцевые фланцы и тарелки

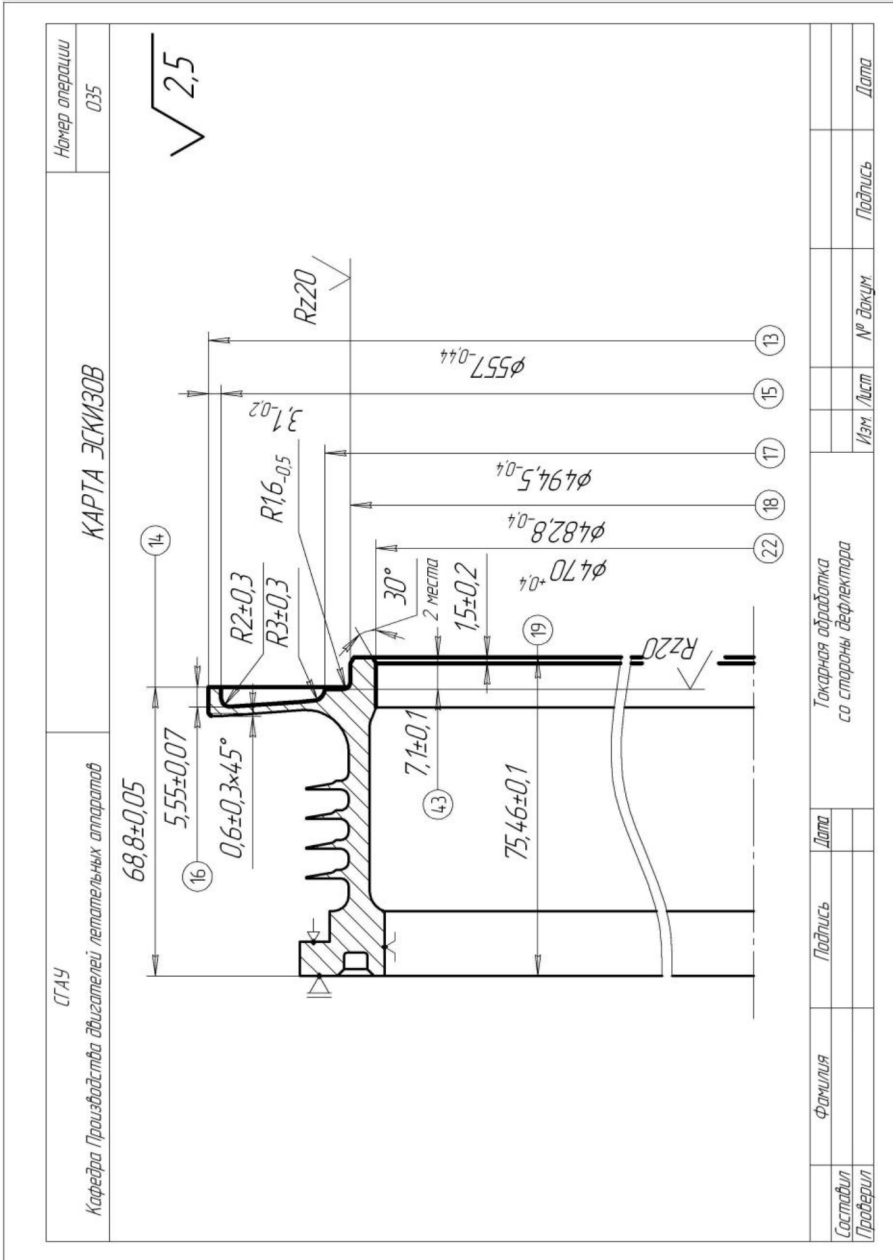
Лист 10
Земляничные отбортовки #5,8

Лист 11
Радиальные отбортовки

Лист 12
Сварочные отбортовки #16

Лист 13
Земляничные отбортовки #16

№	Наименование отбортовки	Легированные сплавы	
		С	А
1	Фланцевые фланцы и тарелки бобышек	0,2	2000
2	Центральные отбортовки	0,6	2000
3	Сварочные отбортовки	0,2	2000
4	Сварочные отбортовки	0,5	2000
5	Сварочные отбортовки	0,6	2000
6	Земляничные отбортовки	0,6	2000
7	Земляничные отбортовки	1,5	375
8	Радиальные отбортовки	0,5	620
9	Фланцевые фланцы и тарелки бобышек	0,5	325
10	Земляничные отбортовки	0,5	325
11	Радиальные отбортовки	0,09	305
12	Сварочные отбортовки	0,3	2000
13	Земляничные отбортовки	0,3	2000



Фамилия	Подпись	Дата	
Составил	Проверил		
			Изм. Лист
			№ докум.
			Подпись
			Дата

Дубл. Взнос Подл.									Изм	Лист	№ док.и	Подпись	Дата
Разроб.										Лист 2		Листов 3	
Н. контр.													035
<i>Проставка лабиринтная</i>													
Наименование операции													
<i>Токарная обработка со стороны дверлежара</i>													
Материал													
<i>ХН73МБ70-ВД</i>													
Твердость		ЕВ	МД	Профиль, размер заготов.		МЗ	КОИД						
			8,3				313						
Оборудование, устройство ЧПУ													
<i>DFM-30</i>													
Обозначение программы													
<i>DFM-30</i>													
T ₀		T _в	T _{пз}	T _{шт}	СОЖ								
					ЭМУЛЬСЯ								
Р	Д или В	L	t	i	S, мм/об	п. об/мин							
01	ПМ <i>Плоскоф</i>												
02	Плоскоф												
03	резец	ШМ-Н-8											
04	резец	ИЧД. 10 кл 1											
05	резец	станочное											
06	резец	провода отрезки В8											
07	резец	провода отрезки В8											
08	резец	фасонный В8В											
09	резец	фасонный В8В											
10	резец	фасонный В8В											

Дубль																							
Взам.																							
Подл.																							
Разраб.						СГАУ																	
Н. контр.																							
<i>Проставка лабиринтная</i>																							
Наше обозначение операции											Материал												
<i>Токарная обработка с левой стороны</i>											<i>ХН73М70-ВД</i>												
Твердость				ЕВ		МД		Профиль, размер заготов.			МЗ		КОИД										
						<i>83</i>					<i>313</i>												
Оборудование, устройство ЧПУ											Обозначение программы												
<i>DFM-30</i>																							
T ₀				T _B		T _{ПЗ}		T _{шт}			СОЖ												
											<i>эмulsion</i>												
											S, мм/об		V										
											<i>0,1</i>		<i>10</i>										
Д или В											L												
ПИ				резец							<i>профиль, правый, ВВ</i>												
01											<i>9 Притупить кромку на лав. 13</i>												
02											<i>6 Провести дорез и Т до конца в м.карте и резать в контроле на столе</i>												
03											<i>Примечания</i>												
04											<i>1 Контроль, проверить с отметкой в м.карте</i>												
05											<i>д. диаметр лав. 27 и 19 в не более 0,03 мм</i>												
06											<i>д. диаметр в шероховатости обработаны поверхности контрольной образц</i>												
07											<i>2 Проверить бачок лавки проверить ОТС и проверить контроль детали</i>												
08											<i>3 Свар металлоконструкций производить поначалу</i>												
09											<i>4 Операцию выполнять вбод, впрозрачным комплектом резцов</i>												
10											<i>5 Включить лавку, фрезерование на обрабатываемой поверхности не допускается</i>												