

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Понамарова Светлана Викторовна  
Должность: Проректор по УР и НО  
Дата подписания: 19.09.2023 20:15:08  
Уникальный программный ключ:  
bb52f959411e64617366ef2977b97a87179b1a7d

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**АВИАЦИОННЫЙ КОЛЛЕДЖ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к курсовому проектированию по МДК 01.01 Технологические процессы изготовления деталей машин (ПМ.01 Разработка технологических процессов изготовления деталей машин)  
для всех форм обучения

Ростов-на-Дону, 2015

Составители: канд. техн. наук, доцент А.И. Азарова

Методические указания к курсовому проектированию по МДК 01.01 Технологические процессы изготовления деталей машин (ПМ.01 Разработка технологических процессов изготовления деталей машин) / Ростов-на-Дону, Издательский центр ДГТУ, 2015, 15 с.

Печатается по решению цикловой комиссии специальности «Технология машиностроения»

Научный редактор – докт. техн. наук, проф. М.А. Тамаркин

© Издательский центр ДГТУ, 2015

## **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

1. Закрепление знаний, полученных при изучении курса ПМ.01 Разработка технологических процессов изготовления деталей машин.

2. Развитие навыков самостоятельной работы при разработке рациональных технологических процессов (ТП) механической обработки деталей, с применением наиболее совершенных методов обработки, высокопроизводительного оборудования, приспособлений и режущего инструмента.

Курсовой проект позволяет установить степень усвоения студентом полученных теоретических знаний и способность применять их при решении конкретных задач.

## **ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ**

Вариант 1.

Разработка технологического процесса механической обработки детали.....

Вариант 2.

Технологический процесс обработки детали .... для гибкого автоматизированного производства.

Каждому студенту выдаётся индивидуальное задание на специальном бланке.

## **ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Курсовой проект состоит из текста и графической части.

### Ориентировочный объём проекта

Текст - 30 - 40 рукописных страниц.

Графическая часть - 2-3 листа.

### Рекомендуемое содержание проекта

Задание.

1. Расчет объема выпуска и определение типа производства.
2. Анализ исходных данных.
  - 2.1. Служебное назначение детали.
  - 2.2. Анализ соответствия технических условий и размерного описания служебному назначению детали.
  - 2.3. Анализ технологичности конструкции детали.

3. Анализ базового или поиск типового технологического процесса обработки детали.

4. Выбор исходной заготовки и методов её изготовления.

4.1. Определение вида и метода получения заготовки.

4.2. Техничко-экономическое обоснование выбора заготовки.

4.3. Определение общих припусков на обработку и размеров заготовки.

5. Разработка технологического маршрута обработки.

5.1. Разработка вариантов маршрута обработки отдельных поверхностей.

5.2. Выбор вариантов схем базирования заготовки.

5.3. Синтез маршрута обработки заготовки (вариантов маршрута). Выбор типов и определение технологических характеристик оборудования, приспособлений, режущего и мерительного инструмента.

6. Разработка технологических операций (одна-две операции по согласованию с консультантом).

6.1. Формирование структуры операций.

6.2. Определение размеров обрабатываемых поверхностей, расчёт промежуточных припусков, уточнение общих припусков и размеров заготовки.

6.3. Определение режимов резания.

6.4. Оформление эскизов наладок.

7. Нормирование операций.

7.1. Определение норм времени.

7.2. Сравнение вариантов технологического процесса (при их наличии).

8. Оформление технологической документации.

Список использованных источников.

Оглавление.

#### Содержание графической части

1. Чертежи детали и заготовки	0,5 - 1 лист
2. Эскизы наладок на операции	1 - 2 листа

## **ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ТЕКСТА И ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

Текст должен быть написан чётко на одной стороне листа (формат А4). Все расчёты должны сопровождаться ссылками на источники, из которых взяты формулы, коэффициенты и другие данные с указанием страниц. Страницы должны быть пронумерованы, сшиты и снабжены обложкой.

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

#### Расчет объема выпуска и определение типа производства

Тип производства (массовое, серийное, единичное) выбирается с учётом объёма выпуска изделий, трудоёмкости их изготовления, массы и ряда других особенностей.

Объём выпуска деталей (производственная программа) определяется исходя из объёма выпуска СЕ (по заданию), в которую входит деталь, с учётом установленного процента запасных частей [2, 14, 15]. Для серийного производства определить объём партии изделий и количество запусков в месяц. Дать характеристику принятого типа производства [2, 13, 14, 15].

#### Служебное назначение детали

Под служебным назначением понимают максимально уточнённую и чётко сформулированную задачу, для решения которой в СЕ предназначена деталь. Формулировка должна быть емкой и содержать все дополнительные условия и требования, которые эту задачу уточняют и конкретизируют [2, 4, 13, 14].

#### Анализ соответствия технических условий и размерного описания служебному назначению детали

Анализ конструкции детали с точки зрения её размерного описания является одним из основных разделов подготовки к разработке технологического процесса изготовления. Методика выполнения этого раздела изложена в [2, 4, 14].

В данном разделе необходимо проанализировать:

1) каждое из технических условий на изготовление детали. Описать для чего оно необходимо и как отразится на служебном назначении детали или СЕ, в которую она входит, невыполнение этого технического условия;

2) размерное описание и нормы точности на отдельные поверхности детали, их взаимное расположение, шероховатость отдельных поверхностей. Следует охарактеризовать сначала общую конструкцию детали, затем форму всех ее элементов и поверхностей, отметить наличие шлицев, шпоночных пазов, резьб, канавок, фигурных выступов или впадин и др. Нужно установить функциональную роль каждого элемента и поверхности детали. Для этого целесообразно изобразить эскиз детали и пронумеровать все ее поверхности. Дать классификацию поверхностей детали: исполнительных и свободных, основных и вспомогательных баз.

#### Анализ технологичности конструкции детали

Возможность применения прогрессивных технологических методов изготовления определяется конструкцией деталей машин. При конструктивном оформлении деталей нужно учитывать ряд технологических требований. Эти требования диктуются как технологией производства заготовок, так и технологией их последующей обработки.

При выполнении анализа технологичности детали необходимо оценить степень соответствия конструкции детали системе требований, обеспечивающих минимум трудоемкости и себестоимости изготовления изделия (качественная оценка). При этом необходимо оценить правильность выбора материала, описать элементы конструкции наиболее удачные и неудачные с точки зрения обработки и дать предложения по улучшению технологичности конструкции детали. Сравнимые варианты подвергаются количественной оценке, на основании которой принимается окончательное решение о целесообразности внесения изменений в конструкторскую документацию [1, 2, 3, 12, 13].

#### Анализ базового или поиск типового технологического процесса обработки детали

Если студент изучил во время практики техпроцесс изготовления детали, он должен произвести его подробный анализ. При этом необходимо рассмотреть следующие вопросы: соответствие типу производства и современным требованиям метода получения заготовки, методов обработки, оборудования, технологической оснастки и инструмента; возможность использования новых высокоэффективных методов обработки и средств технологического оснащения; степень механизации и автоматизации технологических операций, целесообразность их концентрации, либо дифференциации; возможность применения обрабатывающих центров, промышленных роботов и т.п.; правильность выбора схем базирования и методов контроля.

При отсутствии базового ТП следует попытаться подобрать соответствующий данному классу детали типовой технологический ТП, описанный в учебной и справочной литературе и проанализировать возможность его применения при обработке данной детали [7, 12].

В ряде случаев целесообразно произвести сравнительный анализ базового и типового технологических процессов изготовления детали.

В результате анализа студент должен разработать предложения по совершенствованию базового технологического процесса либо по использованию типового техпроцесса при обработке данной детали в конкретных производственных условиях.

#### Определение вида и способа получения заготовки

На основе анализа чертежей детали и СЕ, в которую она входит, следует выбрать наиболее целесообразный вид и способ получения заготовки. При выборе вида заготовки необходимо ориентироваться, во-первых, на материал детали и требования к ней с точки зрения обеспечения служебного назначения изделия. Во-вторых, следует учитывать эксплуатационную нагруженность детали в СЕ. Литые заготовки предназначены чаще всего для деталей, испытывающих статические, вибрационные, небольшие ударные нагрузки и т.п. Особо ответственные детали, к которым предъявляются высокие требования по размеру зерна, направлению волокон, уровню механических свойств, испытывающие при эксплуатации

переменные нагрузки, необходимо изготавливать пластическим деформированием, в том числе ковкой и объёмной горячей штамповкой.

При выборе способа получения заготовки учитываются следующие факторы:

1) технологические свойства материала детали; 2) тип производства; 3) размеры, масса и конструктивные особенности детали; 4) достигаемые параметры качества заготовок (шероховатость поверхности, точность размеров) [2, 3, 12, 13].

#### Технико-экономическое обоснование выбора заготовки

Вопрос о целесообразности использования той или иной заготовки может быть решен лишь после расчёта технологической себестоимости по сравниваемым нескольким возможным вариантам получения заготовок. Предпочтение следует отдавать той заготовке, которая обеспечивает меньшую технологическую себестоимость детали. Если они равны, то предпочтение отдаётся варианту заготовки с более высоким коэффициентом весовой точности [2, 12, 14]. Необходимо кратко описать технологию получения заготовки, дать краткую характеристику оборудования и оснастки, применяемых для получения заготовки с указаниями их типов и ГОСТов.

#### Определение общих припусков на обработку и размеров заготовки

По соответствующим ГОСТам и рекомендациям справочной литературы необходимо укрупнено назначить припуски и допуски на размеры заготовки, а также шероховатость ее поверхностей [2,6, 12, 14]. В текстовой части проекта изобразить эскиз заготовки с обозначением размеров с допусками.

Окончательно размеры заготовки корректируются после расчета припусков на обработку, которые определяются в последующих разделах [2,6,12, 14]. В графической части проекта заготовка изображается либо как самостоятельный чертеж, либо совмещенный с чертежом детали.

Форма заготовки должна соответствовать характеру технологического процесса ее получения.

Правила оформления чертежа заготовки изложены в [2, 12].

#### Разработка вариантов маршрута обработки отдельных поверхностей



Изменение состояния поверхности от исходного до конечного, как правило, осуществляется за несколько переходов, по мере выполнения которых постепенно повышается качество поверхности (точность размера и формы, точность положения, качество поверхностного слоя и т.д.).

Синтез маршрута обработки поверхности можно осуществить одним из двух методов:

1. Метод последовательных уточнений.
2. Метод типовых маршрутов.

При выборе маршрутов обработки типовых поверхностей детали следует не только стремиться к минимизации затрат времени на каждый маршрут, но и обеспечить возможность выполнения всех переходов, необходимых для обработки заготовки с использованием минимального ассортимента оборудования, приспособлений и инструмента.

Заданные точность и качество типовых поверхностей, размеры, масса и форма детали дают возможность определить необходимые методы окончательной обработки этих поверхностей [12], что предопределяет выбор средств технологического оснащения (СТО). Каждому методу окончательной обработки предшествуют промежуточные методы и соответствующие СТО [2, 4, 7, 12]. Для удобства данный раздел рекомендуется выполнять в виде таблицы (см. приложение 1), где первые пять колонок данные чертежа детали. Этапы обработки (последующие колонки) назначаются на основании данных таблиц этапов обработки поверхностей в зависимости от вида и точности исходной заготовки [2, 12, 14]. При назначении этапов обработки можно пользоваться упрощенной таблицей, приведенной в приложении 2. Либо этапы обработки назначаются по каталогам современных высокоэффективных инструментов, в которых указаны точность и шероховатость поверхности, обрабатываемой тем или иным инструментом (в зависимости от материала детали) [5].

#### Выбор вариантов схем базирования заготовки

Каждому из выбранных на предыдущем этапе переходу (или группе переходов) должна соответствовать определённая схема базирования, которая должна в

первую очередь обеспечить требуемую точность относительных поворотов (параллельность, перпендикулярность, соосность и т.п.), а только потом - заданную точность линейных размеров.

При разработке схем базирования заготовки необходимо определить конструкторскую размерную базу (КРБ) для каждой поверхности, согласно принципу единства баз, стремиться использовать КРБ этой поверхности (или группы поверхностей) в качестве технологической базы при ее обработке.

Для создания возможности повышения уровня концентрации обработки в операции и снижения разнообразия СТО, повышения точности обработки нужно стремиться применять в качестве базы для обработки большинства поверхностей единую технологическую базу (ЕТБ).

Если у детали кроме обработанных имеются еще и исходные необработанные поверхности, то комплект баз для первой операции (чёрных) должен состоять из исходных поверхностей, причём их можно использовать только один раз.

В данном разделе необходимо изобразить выбранные варианты схем базирования заготовки, обосновать их выбор, описать разработанные схемы.

Синтез маршрута обработки заготовки. Выбор типов и определение технических характеристик оборудования, приспособлений, режущего и мерительного инструмента

Первый этап синтеза маршрута обработки заготовки - распределение отобранных переходов обработки типовых поверхностей заготовки по этапам типовой схемы изготовления деталей соответствующего класса [2, 4, 12]. Главный признак этапа типовой схемы - уровень точности, достигаемой по его завершению на всех основных элементах детали. Сначала следует достигнуть одного уровня точности заготовки для основных поверхностей, затем начать их повторную обработку, стремясь к следующему уровню точности и так до тех пор, пока не будут обеспечены точностные требования, заданные чертежом детали.

При необходимости между этапами включаются внестаночные операции - химико-термическая обработка и нанесение покрытий. Типовая схема обработки должна учитывать тип производства [2, 4, 12].

Маршрут обработки можно строить по принципу концентрации операций, либо дифференциации.

В итоге данный раздел должен содержать маршрутный технологический процесс механической обработки детали, либо комплексный ТП изготовления детали, включая заготовительное производство, контроль, транспортирование и упаковку изделия.

При выборе порядка выполнения переходов внутри этапа нужно руководствоваться следующими рекомендациями:

1) в начале обрабатываются поверхности комплекта технологических баз (в порядке уменьшения числа налагаемых связей);

2) переходы обработки поверхностей, составляющих основной контур детали, выполняются раньше, чем переходы обработки уступов, пазов и т.д.;

3) на окончательном этапе поверхности обрабатываются в порядке, обратном из точности, т.е. чем точнее должна быть данная поверхность, тем позже она обрабатывается;

4) порядок обработки поверхностей должен обеспечить наименьшее количество переустановок и минимум затрат времени на вспомогательные перемещения инструмента (или заготовки);

5) порядок обработки поверхностей должен учитывать специальные требования к точности относительного расположения, если они указаны на чертеже или оговорены техническими требованиями (технологические комплексы).

В зависимости от объёма выпуска изделия выбирают станки с соответствующей степенью специализации при условии обеспечения максимальной производительности и минимальной себестоимости обработки заготовок, соответствующую типу производства концентрацию или дифференциацию. При выборе станка необходимо учитывать характер производства, заданную точность при обработке, сменную производительность, соответствие станка размерам детали, мощность станка, его габаритные размеры и стоимость, возможность оснащения высокопроизводительными приспособлениями и средствами механизации и автоматизации и т.д. [7, 12].

Выбор станочного приспособления должен быть основан на анализе затрат на реализацию технологического процесса в установленный промежуток времени при заданном числе заготовок.

При выборе режущего инструмента необходимо стремиться принимать стандартный инструмент, современный, высокопроизводительный при невозможности - используется специальный, комбинированный или фасонный инструмент, по возможности объединяя при этом обработку нескольких поверхностей.

#### Формирование структуры операций

Необходимо учитывать, что операция может состоять из нескольких установов, которые обозначают заглавными буквами русского алфавита (установ А, установ Б, ...). Установы в свою очередь, могут состоять из позиций, обозначаемых римскими цифрами. Позиции подразделяются на переходы, нумерация которых на каждом установе (позиции) начинается с цифры 1.

#### Определение размеров обрабатываемых поверхностей, расчёт общих припусков и размеров заготовки

Припуски на обработку поверхностей детали могут быть назначены по справочным таблицам, ГОСТам или на основе расчётно-аналитического метода. В курсовом проекте расчётно-аналитическим методом производится определение припусков для 2-3 различных по форме поверхностей (по согласованию с преподавателем) [2, 7, 12, 14], на остальные поверхности припуски выбираются по соответствующим ГОСТам, нормам, справочной литературе.

#### Определение режимов резания

Определение режимов резания для операций технологического процесса механической обработки деталей производится на основании общемашиностроительных нормативов режимов резания [8, 9, 10] и данных каталогов современного инструмента [5].

При необходимости расчётные значения частоты вращения, подачи корректируются в соответствии с паспортными данными станка. Необходимо выбирать ближайшие меньшие значения.

Одной из основных особенностей определения режимов резания при многоинструментальных наладках является необходимость согласования работы отдельных позиций, шпинделей, суппортов и отдельных инструментов между собой с подчинением расчёта общему кинематическому параметру или времени обработки.

#### Оформление эскизов наладок

В графическую часть проекта вносятся наиболее интересные наладки (по согласованию с руководителем проекта). Оформление эскизов наладок производится согласно [17].

#### Нормирование операций

Все операции технологического процесса должны быть пронормированы по соответствующим нормативам. Расчёт основного, определение вспомогательного, штучного или штучно-калькуляционного времени подробно проводится для тех операций, для которых рассчитывались режимы резания. Для остальных операций проводится укрупненное нормирование [2, 7, 12]. В итоге – определить общее время на изготовление детали.

При установлении нормы времени на выполнение данной операции на выбранном станке определяется также разряд квалификации работы по тарифно-квалификационному справочнику соответствующей области промышленности. От правильного выбора квалификационного разряда зависит эффективность использования фонда заработной платы.

#### Сравнение вариантов технологического процесса обработки детали

В данном разделе необходимо представить сравнение базового (заводского) ТП изготовления детали и разработанного студентом.

Сравнение может производиться либо по технологической себестоимости, либо по трудоемкости изготовления детали [2, 12, 14].

#### Оформление технологической документации

Технологический процесс оформляется в соответствии с методическими указаниями [2, 11, 16, 17].

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безжон В.И. Технологичность конструкций машин: учеб. пособие. / В.И. Безжон, М.Е. Попов, А.М. Попов. – Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 2009.
2. Лебедев В.А. Технология машиностроения: проектирование технологии изготовления изделий. / В.А. Лебедев, М.А. Тмаркин, Д.П. Гепта. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008.
3. Маталин А.А. Технология машиностроения. / А.А. Маталин. – СПб «Лань», 2008.
4. Мельников А.С. Технология машиностроения: основы достижения качества машины. / А.С. Мельников. – Ростов-на-Дону, Издательский центр ДГТУ, 2009.
5. Тмаркин М.А. Методические указания к дипломному и курсовому проекту «Особенности проектирования ТП механической обработки деталей при использовании новейшего оборудования и современных инструментальных материалов» (на токарных станках). / М.А. Тмаркин, А.И. Азарова. - Ростов-на-Дону, Издательский центр ДГТУ, 2006.
6. Горбацевич АюФю Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с четвертого издания 1983 г. – М: ООО ИД «Альянс», 2007ю -256 с.
7. Обработка металлов резанием. Справочник / под ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 2004.
8. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. В 2-х ч., ч. 1. - М.: Машиностроение, 1974.
9. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. В 2-х ч., ч. 2. - М.: Машиностроение, 1974.

10. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания на работы, выполняемые на металлорежущих станках с ЧПУ. - М.: Машиностроение, 1980.
11. Давыдова И.В. Оформление технических документов в курсовых и дипломных проектах по кафедре «Технология машиностроения»: учеб. пособие / И.В. Давыдова, Г.А. Прокопец, В.Н. Абрамова, А.В. Гордиенко – Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 2008.
12. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т.; под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещярекова, А.Г. Сулова. – М.: Машиностроение, 2003.
13. Сулов А.Г. Технология машиностроения / А.Г. Сулов – М.: Машиностроение, 2007.
14. Тамаркин М.А. Технология машиностроения: проектирование технологии изготовления деталей: учеб. пособие. / М.А. Тамаркин, В.А. Лебедев. – Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 2006.
15. Тамаркин М.А. Проектирование механосборочного производства: учеб. пособие. / М.А. Тамаркин, Г.А. Прокопец, В.Н. Аксенов. – Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 2002.
16. Тамаркин М.А. Технология контроля и испытаний машин: учеб. пособие. / М.А. Тамаркин, Г.А. Прокопец, А.А. Прокопец. – Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 2009.
17. Чукарина И.М. Оформление эскизов наладок в графической части и технологической документации курсовых и дипломных проектов. / И.М. Чукарина, Г.А. Прокопец, Ю.А. Проскорякова. Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 2010.