

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Технология машиностроения, металлорежущие станки
и инструменты»

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Методические указания
к выполнению технологической части дипломного проекта для студентов
направления 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Курган 2021

Кафедра: «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты».

Дисциплины: «Дипломное проектирование».

Составили: канд. техн. наук, доцент В. Е. Овсянников;
ст. преподаватель Д. А. Маслов.

Печатается в соответствии с планом издания, утвержденным методическим советом университета «10» декабря 2020 г.

Утверждены на заседании кафедры «26» июня 2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ	4
2 УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПОДРАЗДЕЛОВ	4
2.1 Анализ физико-механических свойств материала, химический состав стали	4
2.2 Анализ технологичности конструкции детали	4
2.3 Определение типа производства	5
2.4 Выбор заготовки	5
2.5 Разработка маршрутного технологического процесса	7
2.6 Расчет припусков	8
2.7 Определение режимов резания	10
2.8 Нормирование технологических операций	11
2.9 Разработка технологической схемы сборки	12
3 ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	13
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	14

1 СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

В качестве исходных данных для выполнения технологической части дипломного проекта используется рабочий чертеж детали и сборочный чертеж узла, куда входит деталь. Исходные данные берутся из конструкторской части дипломного проекта.

Раздел включает:

- а) расчетно-пояснительную записку в объеме до 30 листов;
- б) графические разработки в объеме не менее двух листов формата А1. В состав графической части входят схема сборки и лист иллюстраций технологического процесса изготовления детали либо лист инструментальной наладки;
- в) комплект технологической документации (маршрутные карты, карты эскизов и операционные карты).

В расчетно-пояснительной записке (РПЗ) должны содержаться необходимые обоснования, пояснения и расчеты по принимаемым решениям.

2 УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПОДРАЗДЕЛОВ

2.1 Анализ физико-механических свойств материала, химический состав стали

Данный раздел следует начинать с описания изделия (узла) и его служебного назначения. Четкое определение назначения изделия, выяснение области и условий эксплуатации необходимы для обоснованной постановки задач по разработке технологических процессов изготовления и сборки всех его составных частей. После установления назначения изделия следует проанализировать деталь с позиций ее роли в изделии. Из описания должно быть ясно, какие поверхности и размеры имеют наиболее важное значение для служебного назначения детали, а какие – второстепенное.

Далее необходимо привести сведения о материале детали: химическом составе, физико-механических свойствах до и после термической обработки.

2.2 Анализ технологичности конструкции детали

Большое внимание должно быть уделено анализу технологичности конструкции детали. При этом качественная оценка должна предшествовать количественной и характеризовать технологичность конструкции детали обобщенно, на основании рекомендаций технической литературы [6, 17, 19, 22].

К основным требованиям технологичности можно отнести:

– обоснованный выбор материала детали, возможность упрощения конструкции детали, использования стандартных и унифицированных элементов, обеспечение достаточной жесткости конструкции;

– возможность применения высокопроизводительных методов обработки с точки зрения экономии времени и средств обеспечения заданной точности обработки и качества поверхностного слоя, использования типовых и групповых технологических процессов;

– возможность совмещения конструкторских, измерительных и технологических баз, использования типовых программ на станках с ЧПУ, обеспечения благоприятных условий работы режущих инструментов;

– соответствие конструкторских допусков на размеры обрабатываемых поверхностей и требований по шероховатости нормативам точности механической обработки.

При анализе служебного назначения детали и оценке ее технологичности можно использовать некоторые дополнительные показатели, например, такие как масса детали, коэффициенты использования материала (*Ки.м.*), точности обработки (*Кт.о.*), шероховатости поверхности (*Кш.п.*) [21].

2.3 Определение типа производства

Тип производства по ГОСТ 3.1121-84 характеризуется коэффициентом закрепления операций (*Кз.о.*):

$1 < Kз.о. < 10$ – массовое и крупносерийное производство;

$10 < Kз.о. < 20$ – среднесерийное производство;

$20 < Kз.о. < 40$ – мелкосерийное производство;

$40 < Kз.о.$ – единичное производство.

2.4 Выбор заготовки

От грамотного выбора вида исходной заготовки и метода ее получения зависит технология изготовления детали, в конечном итоге – трудоемкость и себестоимость ее изготовления.

На выбор метода получения заготовки оказывают влияние конфигурация и размеры детали, ее материал, тип производства.

Классификация различных методов получения заготовок в машиностроении представлена на рисунке 1 [16]. Так, заготовки из материалов с хорошими литейными свойствами (серый чугун, литейные стали и цветные сплавы) получают различными способами литья. Способами пластического деформирования получают заготовки из пластичных материалов (большинство сталей, многие цветные сплавы). Композиционные материалы используются существенно реже ввиду сравнительно высокой стоимости получения заготовки, а также низкой сопротивляемости усталостным нагрузкам. В обоснованных случаях могут применяться заготовки, получаемые методом сварки. Основным условием применимости данного способа, является хорошая свариваемость материалов для обеспечения требуемой прочности и других эксплуатационных свойств получаемой заготовки и будущей детали.



Рисунок 1 – Классификация методов получения заготовок

С одной стороны, при выборе заготовки необходимо стремиться к максимально возможному приближению ее формы и размеров к форме и размерам готовой детали (особенно в крупносерийном и массовом производстве). При этом существенно уменьшается объем механической обработки. С другой сто-

роны, повышение сложности и точности заготовки неизбежно приводит к значительному увеличению ее стоимости. Поэтому в единичном и мелкосерийном производстве обычно используются более простые и дешевые заготовки (например, отливки в песчано-глинистые формы) и, наоборот, в крупносерийном и массовом производстве предпочтение отдается точным и дорогим заготовкам (например, отливкам, полученным литьем под давлением). Таким образом, окончательное решение по выбору заготовки должно приниматься после комплексного анализа стоимости получения заготовки и затрат на механическую обработку. Предварительной оценкой выбора заготовки может служить коэффициент использования материала.

В курсовом проекте следует **обосновать** выбор метода и способа получения заготовки, определить значение коэффициента использования материала.

Общие рекомендации по выбору заготовок приведены в технической литературе [1, 2, 6, 17, 19, 22].

2.5 Разработка маршрутного технологического процесса

При проектировании маршрутной технологии решаются и обосновываются следующие вопросы:

- выбор технологических баз, обеспечивающих требуемую точность и качество обрабатываемых поверхностей, рациональную конструкцию станочных приспособлений, производительность механической обработки;
- определение содержания и последовательности выполнения технологических операций;
- выбор средств технологического оснащения операций (оборудования, приспособлений, режущих и измерительных инструментов).

Последовательность изготовления детали в самом общем случае можно представить в виде следующих этапов:

- обработка поверхностей, служащих в качестве постоянных технологических баз;
- черновая и чистовая обработка основных поверхностей (плоскостей, отверстий и т. п.);
- обработка второстепенных поверхностей (например, шпоночных пазов, крепежных отверстий и т. п.);
- выполнение химико-термической обработки (при ее необходимости);
- отделочная обработка основных поверхностей с повышенными требованиями по точности и качеству.

В маршрут включаются не только операции механической обработки, но и такие операции, как моечные, термические, слесарные, контрольные.

Использование станка с ЧПУ для выполнения одного-двух технологических переходов почти всегда нецелесообразно ввиду низкого коэффициента загрузки. Поэтому при разработке маршрутного технологического процесса изготовления детали необходимо ориентироваться на **максимальное соблюдение принципа концентрации операций и переходов**. При этом резко уменьшается число установов заготовки, повышается точность и производительность обработки, наиболее полно используются технологические возможности станков, существенно сокращается количество рабочих мест, повышается загрузка дорогостоящих станков с ЧПУ и эффективность их использования. Так, при использовании станков с ЧПУ типа обрабатывающий центр весь технологический процесс механической обработки даже сложной детали часто сводится к одной или нескольким операциям.

Общие рекомендации по проектированию технологических процессов приведены в учебной литературе [6, 22, 23], справочниках [2, 3, 6, 9, 17, 19, 22].

2.6 Расчет припусков

При проектировании технологических процессов механической обработки заготовок необходимо установить оптимальные припуски, которые обеспечили бы заданную точность и качество обрабатываемых поверхностей

Припуск – это слой металла, заготовки, назначаемый для компенсации погрешностей, возникающих как в процессе получения заготовки, так и в процессе ее механической обработки. Различают операционные и общие припуски на обработку. Операционным припуском является слой металла, который необходимо удалить с заготовки при выполнении операции (перехода). Общим припуском на обработку называется слой металла, который необходимо удалить с заготовки при выполнении всех операций (переходов) для получения окончательно обработанной поверхности детали. При обработке различают односторонние и двусторонние припуска. Припуск задается и измеряется по нормали к обработанной поверхности детали. Односторонний припуск всегда отсчитывается «на сторону», двусторонний может отсчитываться на обе стороны: «на диаметр», «на толщину», «на длину общей нормали».

Различают минимальные, номинальные, максимальные припуска. Конечной целью расчета припусков является установление операционных размеров и размеров заготовки, которые задаются их номинальными размерами с указанием допустимых отклонений. В качестве расчетного операционного припуска принят минимальный припуск. Расчет номинальных операционных размеров и размеров заготовки производится на основе предварительно построенной схемы снятия общего припуска для принятого техпроцесса обработки и рассчитан-

ных номинальных припусков на обработку при автоматическом получении размеров, установленными заранее на размер инструментами.

Минимальный припуск на сторону при последовательной обработке плоскостей:

$$Z_{i \min} = R_{Z_{i-1}} + R_{T_{i-1}} + e_{i-1} + E_y.$$

Минимальный припуск на две стороны при параллельной обработке противоположащих плоскостей:

$$2Z_{i \min} = 2(R_{Z_{i-1}} + R_{T_{i-1}} + e_{i-1} + E_y).$$

Припуск на диаметр при обработке наружных и внутренних поверхностей вращения:

$$2Z_{i \min} = 2(R_{Z_{i-1}} + R_{T_{i-1}} + \sqrt{e_{i-1}^2 + E_y^2}),$$

где $R_{Z_{i-1}}$ – высота неровностей профиля;

$R_{T_{i-1}}$ – глубина дефектного слоя;

e_{i-1} – суммарное значение пространственных отклонений;

E_y – погрешность установки.

Максимальный припуск на обработку:

$$Z_{i \max} = Z_{i \min} + T_{i-1} - T_i;$$

$$2Z_{i \max} = 2Z_{i \min} + T_{i-1} - T_i.$$

Номинальный припуск на обработку:

$$Z_i = Z_{i \min} + ei_{i-1} - ei_i ;$$

$$2Z_i = 2Z_{i \min} + ei_{i-1} - ei_i ,$$

где $Z_{i \min}$ – минимальный припуск;

T_i – допуск на переход.

Операционные размеры при обработке отверстия:

$$D_i = D_{i-1} - Z_{i+1}.$$

Операционные размеры при обработке наружной поверхности:

$$D_i = D_{i+1} + Z_{i+1}.$$

Определение составляющих припуска:

$R_{Z_{i-1}}$ и $R_{T_{i-1}}$ определяются по таблицам экономической точности.

Суммарное значение пространственных отклонений для отверстия:

$$e = \sqrt{e_{см}^2 + e_{экс}^2}.$$

Суммарное значение пространственных отклонений для наружной поверхности:

$$\rho = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кр}^2}.$$

$$\rho_{ост} = k_y \cdot \rho_{заг}.$$

2.7 Определение режимов резания

Расчеты режимов резания производить для обработки одной поверхности по каждому из двух вариантов технологической операции.

При назначении режимов резания учитывается характер обработки, тип и геометрия инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и технологические возможности оборудования.

Элементы режима резания устанавливаются в следующей последовательности:

- определяется глубина резания t (в зависимости от величины припуска на обработку);
- выбирается подача S (максимально возможной при черновой обработке, при чистовой обработке в зависимости от требований по точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей);
- рассчитывается скорость резания V (либо по эмпирическим зависимостям, либо по табличным данным);

- определяется частота вращения шпинделя станка n , которая при необходимости корректируются по паспортным данным станка;
- уточняется скорость резания V по принятой частоте вращения шпинделя n ;
- определяется сила резания P и мощность резания N (для самого нагруженного перехода);
- производится проверка возможности осуществления выбранного режима приводом станка.

В курсовом проекте определение режимов резания производится нормативным методом по общемашиностроительным нормативам или справочникам [7, 12, 14, 15].

Полученная информация заносится в операционные карты комплекта технологической документации.

2.8 Нормирование технологических операций

Для разработанной технологической операции выполняется поэлементный расчет штучного или штучно-калькуляционного времени, в зависимости от типа производства [10, 11, 12, 13].

Расчет основного времени производится по соответствующим формулам, в зависимости от длины и числа рабочих ходов, установленных режимов резания.

Вспомогательное время включает время на установку и снятие детали, время, связанное с выполнением технологических переходов, время на контрольные измерения и определяется по общемашиностроительным нормативам [10, 11, 12, 13]. При определении оперативного времени выполнения технологической операции учитывается только неперекрываемое основное и вспомогательное время выполнения переходов. Так, если измерение детали проводится оператором во время выполнения автоматического цикла на станке с ЧПУ (что почти всегда имеет место), то время на контрольные измерения не включается в оперативное время операции. На многошпиндельном токарном полуавтомате обработка ведется одновременно на всех позициях, поэтому оперативное время операции будет определяться по лимитирующей позиции.

Определение времени на обслуживание рабочего места, подготовительно-заключительного времени, времени регламентированных перерывов на отдых и личные потребности также производится по общемашиностроительным нормативам.

Полученные результаты заносятся в операционные и маршрутные карты технологического процесса.

2.9 Разработка технологической схемы сборки

Технологический процесс сборки – часть производственного процесса, предусматривающая действия по установке составных частей изделия и образованию соединений из них. Выделяют узловую и общую сборку изделия. Объектом узловой сборки является составная часть изделия, общей сборки – изделие в целом.

Разработка технологических процессов сборки включает в себя элементы изучения и анализа базовой информации и непосредственного проектирования технологического процесса. Можно выделить следующие основные этапы разработки:

- изучение и анализ исходной информации;
- определение типа производства и организационной формы сборки;
- анализ технологичности изделия;
- анализ базовых технологических процессов сборки;
- выбор методов обеспечения точности сборки;
- разработка и анализ технологической схемы сборки;
- проектирование операций сборки;
- проверка качества сборки;
- нормирование времени сборочных операций;
- оформление технологической документации.

Среди рассмотренных выше этапов проектирования технологического процесса сборки, одним из наиболее ответственных является разработка технологической схемы сборки. Технологическая схема сборки показывает то, в какой последовательности необходимо присоединять друг к другу и закреплять элементы – детали и сборочные единицы, из которых собирают изделие.

В качестве исходных данных при выполнении раздела берется сборочный чертеж узла, рассматриваемого в конструкторской части.

3 ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

В приложении к расчетно-пояснительной записке помещается технологическая документация, оформляемая на стандартных бланках, в составе:

- а) маршрутных карт технологического процесса изготовления заданной детали;
- б) карт операционных эскизов на одну операцию;
- в) операционных карт обработки детали.

Примеры заполнения карт технологического процесса механической обработки приведены в методических указаниях по оформлению технологической документации [8]. В случае большого объема документов количество карт может быть сокращено по согласованию с руководителем проекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Афонькин М. Г. Производство заготовок в машиностроении / М. Г. Афонькин, М. В. Магницкая. – Ленинград : Машиностроение, 1987. – 256 с.
- 2 Балабанов А. Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя / А. Н. Балабанов. – Москва : Издательство стандартов, 1992. – 464 с.
- 3 Гжиров Р. И. Программирование обработки на станках с ЧПУ: справочник / Р. И. Гжиров, П. П. Серебрицкий. – Ленинград : Машиностроение, 1990. – 588 с.
- 4 Давыдова М. В. Технические характеристики металлообрабатывающих станков с ЧПУ: станки токарной группы : справочное пособие / М. В. Давыдова, А. М. Михалев, Ю. И. Моисеев. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2010. – 84 с.
- 5 Давыдова М. В. Технические характеристики металлообрабатывающих станков с ЧПУ: фрезерные станки, обрабатывающие центра сверлильно-фрезерно-расточной группы : справочное пособие / М. В. Давыдова, А. М. Михалев, Ю. И. Моисеев. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2010. – 128 с.
- 6 Клепиков В. В. Технология машиностроения : учебник / В. В. Клепиков, А. Н. Бодров. – Москва : Форум : Инфра-М, 2004. – 860 с.
- 7 Локтев А. Д. Общемашиностроительные нормативы режимов резания : справочник : в 2 т / А. Д. Локтев, И. Ф. Гуцин, В. А. Батуев [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1991. – Т. 1. – 640 с. ; Т. 2. – 304 с.
- 8 Методические указания по оформлению технологической документации при выполнении курсовых и дипломных проектов для студентов специальностей 120100, 120200, 150100, 030500, 072000, 210200, 060800 / сост. М. В. Давыдова. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2005. – 48 с.
- 9 Обработка металлов резанием : справочник технолога / под общ. ред. А. А. Панова. – Москва : Машиностроение, 2004. – 784 с.
- 10 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ: серийное производство. – 2-е изд. – Москва : Машиностроение, 1974. – 421 с.
- 11 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках: среднесерийное и крупносерийное производство. – Москва : НИИ труда, 1984. – 469 с.
- 12 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках

с числовым программным управлением : в 2 ч. Ч. 1. – Москва : Экономика, 1990. – 206 с.

13 Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металло-режущих станках: массовое производство. – Москва : Экономика, 1988. – 366 с.

14 Общемашиностроительные режимы резания : справочник : в 2 т. – Москва : Машиностроение, 1991. – Т. 1. – 640 с. ; Т. 2. – 304 с.

15 Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / под ред. В. И. Гузеева. – Москва : Машиностроение, 2005. – 366 с.

16 Рогов В. А. Выбор метода получения заготовок в машиностроении / В. А. Рогов, Г. А. Расторгуев, Г. Г. Позняк // Технология машиностроения. – 2008. – № 12. – С. 7–10.

17 Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. Т. 1 / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – Москва : Машиностроение, 1985. – 656 с.

18 Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. Т. 2 / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – Москва : Машиностроение, 1986. – 496 с.

19 Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. Т. 1 / под ред. А. М. Дальского, А. Г. Суслова, А. М. Косиловой [и др.]. – Москва : Машиностроение, 2003. – 912 с.

20 Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. Т. 2 / под ред. А. М. Дальского, А. Г. Суслова, А. М. Косиловой [и др.]. – Москва : Машиностроение, 2003. – 944 с.

21 Технология автоматизированного производства : методические указания к выполнению курсового проекта для студентов специальности 120100 «Технология машиностроения» / сост. А. М. Маленков. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2005. – 34 с.

22 Технология машиностроения : учеб. пособие / под ред. М. Ф. Пашкевича. – Минск : Новое знание, 2008. – 478 с.

23 Фельдштейн Е. Э. Обработка деталей на станках с ЧПУ : учеб. Пособие / Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич. – Минск : Новое знание, 2008. – 299 с.

Овсянников Виктор Евгеньевич
Маслов Денис Александрович

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Методические указания
к выполнению технологической части дипломного проекта для студентов
направления 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Редактор В. С. Никифорова

Подписано в печать 20.08.21	Формат 60×84 1/16	Бумага 80 г/м ³
Печать цифровая	Усл. печ. л. 1,0	Уч.-изд. л. 1,0
Заказ 91	Тираж 25	Не для продажи

БИЦ Курганского государственного университета.
640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.