

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Лысьвенский филиал федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
МЕХАНОСБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА
(МОДУЛЬ «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»)»
основной профессиональной образовательной программы
подготовки магистров по направлению подготовки
44.04.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)»

Методические указания
по выполнению курсовой работы

Лысьва, 2021 г.

Составитель: ст.преподаватель кафедры ТД Л.Н. Гусельникова

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры Технических дисциплин «30» августа 2021 г, протокол № 1.

1. Цель курсовой работы

Цель курсовой работы по дисциплине Технология автоматизированного механосборочного производства (модуль «Технология машиностроения») – закрепить, углубить и обобщить знания, полученные студентами во время лекционных и практических занятий. При выполнении курсовой работы студент должен научиться пользоваться справочной литературой, ГОСТами и другой нормативно – технической документацией, сочетая справочные данные с теоретическими знаниями, полученными в процессе изучения курса.

При выполнении курсовой работы особое внимание уделяется самостоятельной работе студента с целью развития инициативы в решении технических и организационных задач, а также навыков детального анализа существующих технологических процессов, оборудования, оснастки, методов получения заготовок на основании технико-экономических расчётов.

Защита курсовой работы позволяет оценить умение студента кратко изложить сущность проделанной работы, аргументировано объяснить принятые решения

II. Тема, состав и объём курсовой работы

1. Тема курсовой работы «Разработка технологического проекта механической обработки детали _____».

Исходные данные (рабочий чертёж детали) выбираются согласно двух последних цифр номера зачётной книжки по вариантам, приведённым в методических указаниях «Расчёт припусков на механическую обработку», автор к.т.н проф. Иванкин Ю.Н. Издание ПГТУ, 2005 г. или руководителем курсовой работы из альбома чертежей имеющихся на кафедре.

1.1 Руководителем курсовой работы выдаётся:

- задание (бланк) на курсовую работу.
- чертёж детали.
- годовая программа выпуска.

1.2 Курсовая работа состоит из:

- пояснительной записки, объёмом 18 - 25 листов;

- графических материалов:
 - чертёж детали,
 - чертёж заготовки,
 - операционные эскизы на 2-е операции;
- альбома технологической документации:
 - титульный лист,
 - маршрутная карта.

III. Задание на курсовую работу

Задание на курсовую работу студентам руководитель работы.

Студент должен разработать технологический процесс механической обработки одной типовой детали средней сложности (6 - 8 операций) с включением не менее 3 - 4 различных видов механической обработки.

Исходя из условий региона распределения студентов, выпуск деталей устанавливается применительно к единичному или мелкосерийному производству.

IV. Содержание и объём курсовой работы

В состав курсовой работы входят следующие документы:

I. Расчетно–пояснительная записка (20 – 30 стр.):

1. Оформление пояснительной записки.

Все листы пояснительной записки должны быть сброшюрованы в папку формата А4.

В пояснительной записке материал должен быть изложен в логической последовательности, аргументировано, с необходимыми схемами, таблицами, графиками и расчётами.

Текст следует оформлять на одной стороне формата А4.

1.1 Структура пояснительной записки:

- титульный лист;
- задание (бланк) на курсовую работу;

- содержание;
- введение и задачи курсовой работы.

1.2 Исходная информация для разработки курсовой работы:

- служебное назначение и техническая характеристика детали;
- анализ технологичности конструкции детали;
- определение типа производства.

1.3 Анализ исходных данных для разработки технологического процесса.

1.4 Разработка технологического процесса обработки детали:

- 1.4.1 Выбор типового технологического процесса.
- 1.4.2 Выбор исходной заготовки.
- 1.4.3 Экономическое обоснование выбора заготовки.
- 1.4.4 Выбор технологических баз.
- 1.4.5 Выбор методов обработки поверхностей.
- 1.4.6 Разработка технологического маршрута обработки детали.
- 1.4.7 Выбор средств технологического оснащения.
- 1.4.8 Разработка технологических операций обработки детали.

1.5 Технологические расчёты:

- 1.5.1 Расчёт припусков.
- 1.5.2 Расчёт точности обработки.
- 1.5.3 Расчёт режимов резания.
- 1.5.4 Расчёт технических норм времени.

1.6 Заключение.

1.7 Список использованной литературы.

1.8 Приложения.

II Графическая часть

Графическая часть курсовой работы состоит из чертежа детали, заготовки и двух операционных эскизов. Все чертежи выполняются по общим правилам ЕСКД.

Рекомендуемый масштаб 1:1.

Применение других масштабов в каждом конкретном случае согласовывается с руководителем работы.

III Технологическая документация

После разработки технологического процесса изготовления детали оформляют технологическую документацию в соответствии с ЕСКД на бланках соответствующих форм в виде альбома, включающего:

- титульный лист (ГОСТ 3.1105 , форма 2);
- маршрутную карту (ГОСТ 3.1118 , форма 1, 1а, 1б);
- операционные карты механической обработки (ГОСТ 3.1404 , форма 2, 2а, 3);
- карты эскизов (ГОСТ 3.1105 , формы 1, 1а).

V. Последовательность выполнения курсовой работы

1. Выполнить чертеж детали.
2. Проанализировать конфигурацию детали, ее материал, технические требования, предъявляемые к ней с точки зрения технологичности.
3. Произвести технологический контроль чертежа и выполнить анализ технологичности конструкции.
4. Определить тип производства на основании исходных данных.
5. Проанализировать существующий или типовой технологический процесс
6. Разработать первоначальный вариант технологического процесса.
7. Назначить припуски на обрабатываемые поверхности, пользуясь соответствующими ГОСТами и нормами.
8. Оформить чертеж заготовки.
9. Окончательно составить технологический процесс с учетом всех необходимых дополнительных операций.
10. Выполнить операционные эскизы для тех операций технологического процесса, где они необходимы.
11. Уточнить для каждой операции оборудование, выбрать режущие, вспомогательные и измерительные инструменты.
12. Записать в операционные карты технологического процесса исходные данные (диаметр обработки, длина обработки, число проходов и т.д.).

13. Выполнить расчеты режимов резания по операциям технологического процесса.

14. Оформить операционные карты технологического процесса.

Анализ конфигурации детали

В процессе проектирования студент должен ознакомиться с конструкцией детали, ее назначением и условиями работы в узле или механизме.

Общими критериями оценки технологичности конструкции детали являются:

- простота геометрических форм;
- легкость получения заготовки;
- удобство крепления при обработке детали на станке;
- доступность обрабатываемых и контролируемых поверхностей;
- соответствие технических требований, предъявляемых к отдельным поверхностям (точность, чистота обработки, механические свойства и т.д.), условия работы детали;
- применение размеров и допусков в соответствии с рекомендациями ГОСТов и нормалей.

Анализ технологичности конструкции детали

Цель анализа – выявить недостатки конструкции по сведениям, содержащимся в чертежах и технических требованиях, а также предусмотреть возможное улучшение технологичности рассматриваемой конструкции.

Технологический контроль чертежей сводится к тщательному их изучению. Рабочие чертежи должны содержать все необходимые сведения, дающие полное представление о детали - все проекции и размеры с необходимыми отклонениями, требуемую шероховатость, сведения о материале, его механических свойствах, применяемых покрытиях (упрочняющих или защитных).

Технологический анализ конструкции обеспечивает улучшение технико-экономических показателей разрабатываемого процесса. Его целесообразно проводить в следующей последовательности:

- проанализировать возможность упрощения конструкции детали, замены сварной или сборной конструкцией, возможность и целесообразность замены материала;
- установить возможность применения и целесообразность высокопроизводительных методов обработки;
- проанализировать конструктивные элементы детали в технологическом отношении, выявить труднодоступные для обработки места;
- определить возможность совмещения технологических и измерительных баз при условии выдерживания размеров с оговоренными допусками, необходимость применения дополнительных операций для получения заданной шероховатости и точности;
- определить возможность непосредственного измерения заданных на чертеже размеров;
- определить поверхности, которые могут быть использованы при базировании, возможность введения искусственных баз;
- проанализировать возможность выбора рационального метода получения заготовки;
- предусмотреть в конструкции детали, подвергающейся термической обработке, конструктивные элементы, уменьшающие коробление.

Разработка первоначального варианта технологического процесса

На основании анализа существующего на предприятии оборудования и подобных технологических процессов разрабатываются варианты возможных технологических маршрутов обработки выбранной детали.

Выбор типа производства

Тип производства по ГОСТ 14.004-83, а по ГОСТ 3.1121-84 определяется коэффициентом закрепления операций, который показывает отношение всех различных технологических операций, выполняемых или подлежащих выполнению подразделением в течение месяца, к числу рабочих мест. Исходя из условий работы машиностроительного комплекса предприятий региона, в курсовой работе выбирается единичное или мелкосерийное производство.

Анализ существующего технологического процесса

Анализ существующего технологического процесса должен быть проведен с точки зрения обеспечения качества продукции. При этом следует выяснить, правильно ли составлен для выполнения требований чертежа технологический процесс и соблюдаются ли все предписанные им указания. Для этого анализа можно рекомендовать следующий перечень вопросов:

- рациональность метода получения заготовки для данного типа производства;
- соответствие реальной заготовки чертежу в отношении фактических припусков на обработку и выполнения прочих технических требований;
- правильность выбора черновых, чистовых и промежуточных баз на операциях технологического процесса;
- правильность установки последовательности операций процесса для достижения заданной точности детали;
- соответствия параметров используемого оборудования требованиям данной операции;
- соответствие применяемых режимов резания прогрессивным;
- применимость высокопроизводительного режущего инструмента и новых марок материалов его режущей части.

Выбор заготовки

Технологический процесс изготовления заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, материалом детали, ее размерами, техническими требованиями, серийностью выпуска. Выбрать исходную заготовку – значит установить способ ее получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность изготовления.

На основании анализа конфигурации детали, материала, из которого она должна быть изготовлена (его литейных свойств, способности деформироваться в горячем и холодном состоянии), предлагается несколько наиболее рациональных при данном типе производства способов получения заготовки (в случае разработки технологического процесса при единичном производстве предложить варианты получения заготовки в случае мелкосерийного и серийного производства).

В общем случае работа по выбору заготовки ведется в следующей последовательности:

- выбирается вид заготовки с учетом факторов, определяющих эксплуатационные характеристики детали, типа производства, экономии металла;
- на все обрабатываемые поверхности назначаются, а в некоторых случаях рассчитываются припуски на обработку;
- выполняется чертеж заготовки и подсчитывается ее масса.

Наиболее часто в технологии машиностроения применяют заготовки из проката, кованные и штампованные заготовки и отливки. При выборе вида заготовки возможны следующие варианты:

- метод получения заготовки аналогичен существующему методу;
- метод получения заготовки изменяется, что однако не вызывает изменения в технологическом процессе;
- метод получения заготовки изменяется, в результате чего существенно меняется ряд технологических операций механической обработки.

Предпочтение следует отдать той заготовке, которая обеспечит большую экономию материалов и меньшую технологическую себестоимость.

Окончательное формирование технологического процесса

Выбор технологических баз

Одним из наиболее важных вопросов при разработке технологического процесса механической обработки является правильный выбор баз и способов установки детали на станке при ее обработке. Принцип выбора баз можно сформулировать так:

- необходимо по возможности использовать принцип совмещения баз, т.е. в качестве установочной базы брать поверхность, являющуюся измерительной базой (если из-за конфигурации детали или по другим причинам это невозможно, то за установочную базу может быть принята другая поверхность, однако при этом необходимо проверить, чтобы погрешность базирования в сумме с другими погрешностями была меньше, чем допуск на размер обрабатываемой детали);
- необходимо по возможности соблюдать принцип постоянства баз, т. е. в ходе обработки на всех операциях использовать в качестве установочной базы одни и те же поверхности (для более полного соблюдения принципа постоянства баз на детали возможно создание искусственных установочных поверхностей, не имеющих конструктивного назначения);
- в случае если постоянство установочной базы не может быть обеспечено, в качестве новой установочной базы выбирают обработанную поверхность (если при этом базовая поверхность не является измерительной, необходимо выполнить проверочный расчет допуска на обрабатываемый размер);
- установочная база должна обеспечивать достаточную устойчивость и жесткость установки заготовки;
- при выборе установочной базы следует учитывать необходимость возможно большей простоты зажимного приспособления, а также удобство установки детали и ее закрепления.

Выбранная для баз совокупность поверхностей должна быть обработана на первых операциях. При выборе черновой установочной базы руководствуются следующим:

- для деталей, у которых обрабатываются не все поверхности, принимают в качестве черновой базы поверхности, остающиеся необработанными;
- для деталей, у которых все поверхности обрабатываются, за черновую установочную базу принимают поверхности, имеющие наименьшие припуски на обработку;
- черновые базовые поверхности должны быть по возможности гладкими, не должны иметь штамповочных и литейных уклонов, на них не следует размещать литники, прибыли, плоскости разъема штампов, моделей и форм.

После назначения баз и составляется план обработки детали.

Составление плана обработки детали

Исходя из требований рабочего чертежа, с учетом размеров, веса и конфигурации детали, а также вида и размеров исходной заготовки выбираются методы обработки отдельных поверхностей детали, и намечается их последовательность.

Составление маршрута обработки – задача с большим количеством возможных вариантов ее решения. Но согласно сложившемуся опыту работы предприятий машиностроительного комплекса, вначале обрабатываются поверхности, принятые за установочные базы, а затем остальные поверхности в следующей последовательности:

- черновая обработка;
- чистовая обработка;
- термическая обработка;
- отделочная обработка;
- доводочная обработка.

Не все указанные группы операций могут входить в разрабатываемый технологический процесс. В одних случаях отсутствует термическая обработка, но присутствуют операции поверхностного упрочнения, в других случаях отсутствуют доводочные операции.

После составления маршрута обработки выбирается структура операции и оборудование, обеспечивающие рентабельность процесса. При этом уточняется содержание и последовательность выполнения операций, способы установки и крепления детали.

После чего для каждой операции выбираются в соответствии с типом станка и способом установки детали схема необходимого установочного приспособления, необходимый режущий, измерительный и вспомогательный инструмент, обосновывается его применение.

При назначении контрольных операций необходимо учитывать следующие положения:

- основной объем контроля должен выполняться, как правило, непосредственно на рабочем месте;
- контрольные операции выделяются в самостоятельные в следующих случаях:
 1. после удаления большого количества металла на операциях предварительной обработки (при выявлении поверхностных дефектов);
 2. перед наиболее трудоемкими операциями;
 3. после операций с повышенной вероятностью появления брака;
 4. перед разделением потока на термическую, гальваническую и др. обработки и после этих обработок, перед испытаниями и после них;
 5. при окончательном контроле перед сборкой.

Расчет межоперационных припусков

Расчет припусков и их определение по таблицам могут производиться только после выбора рационального для данных условий технологического маршрута и способа получения заготовки.

В основном при разработке курсовой работы применяется метод автоматического получения размеров, т.е. обработки на предварительно настроенных станках. Так как в этом случае заготовки поступают на обработку с колебания-

ми размеров поверхностей, подлежащих обработке в пределах допуска, то и действительные припуски на обработку для этих поверхностей будут различны.

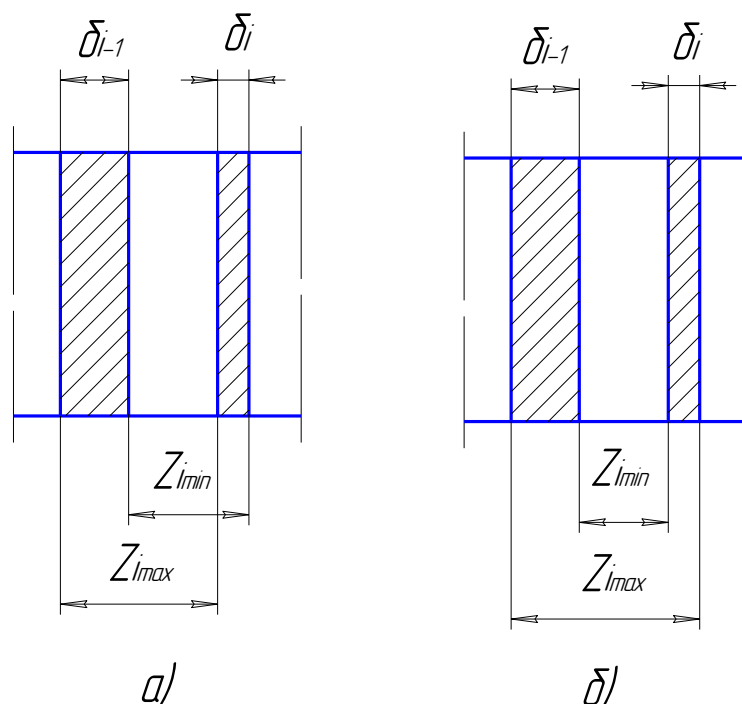


Схема расположения промежуточных припусков

Таким образом, как видно из рисунка, у заготовки с наименьшим предельным размером a_{min} при обработке на размер b наименьший припуск на обработку - Z_{Imin} , а у заготовки с наибольшим предельным размером a_{max} наибольший припуск на обработку - Z_{Imax} .

Порядок расчета припусков на обработку и предельных размеров по технологическим переходам приведен в таблице.

<i>Для наружных поверхностей</i>	<i>Для внутренних поверхностей</i>
1	2
1. Пользуясь рабочим чертежом детали и картой технологического процесса механической обработки, записать в расчетную карту обрабатываемые элементарные поверхности заготовки и технологические переходы обработки в порядке последовательности их выполнения по каждой элементарной поверхности от черновой	1. Пользуясь рабочим чертежом детали и картой технологического процесса механической обработки, записать в расчетную карту обрабатываемые элементарные поверхности заготовки и технологические переходы обработки в порядке последовательности их выполнения по каждой элементарной поверхности от черновой

<i>Для наружных поверхностей</i>	<i>Для внутренних поверхностей</i>
1	2
<p>заготовки до окончательной обработки</p> <p>2. Записать значения R_z, T, ρ, ϵ и δ</p> <p>3. Определить расчетные минимальные припуски на обработку по всем технологическим переходам.</p> <p>4. Записать для конечного перехода в графу «Расчетный размер» наименьший предельный размер детали по чертежу.</p> <p>5. Для перехода, предшествующего конечному, определить расчетный размер прибавлением к наименьшему предельному размеру по чертежу расчетного припуска Z_{\min}.</p> <p>6. Последовательно определить расчетные размеры для каждого предшествующего перехода прибавлением к расчетному размеру расчетного припуска Z_{\min} следующего за ним смежного перехода.</p> <p>7. Записать наименьшие предельные размеры по всем технологическим переходам, округляя их увеличением расчетных размеров; округление производить до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода.</p> <p>8. Определить наибольшие предельные размеры прибавлением допуска к округленному наименьшему предельному размеру.</p> <p>9. Записать предельные значения припусков Z_{\max} как разность наибольших предельных размеров и Z_{\min}</p>	<p>заготовки до окончательной обработки</p> <p>2. Записать значения R_z, T, ρ, ϵ и δ</p> <p>3. Определить расчетные минимальные припуски на обработку по всем технологическим переходам.</p> <p>4. Записать для конечного перехода в графу «Расчетный размер» наибольший предельный размер детали по чертежу.</p> <p>5. Для перехода, предшествующего конечному, определить расчетный размер вычитанием из наибольшего предельного размера по чертежу расчетного припуска Z_{\min}.</p> <p>6. Последовательно определить расчетные размеры для каждого предшествующего перехода вычитанием из расчетного размера расчетного припуска Z_{\min} следующего за ним смежного перехода</p> <p>7. Записать наибольшие предельные размеры по всем технологическим переходам, округляя их уменьшением расчетных размеров; округление производить до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода.</p> <p>8. Определить наименьшие предельные размеры вычитанием допуска из округленного наибольшего предельного размера.</p> <p>9. Записать предельные значения припусков Z_{\max} как разность наименьших предельных размеров и Z_{\min}</p>

<i>Для наружных поверхностей</i>	<i>Для внутренних поверхностей</i>
1	2
как разность наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов.	как разность наибольших предельных размеров выполняемого и предшествующего переходов.
10. Определить общие припуски $z_{0 \max}$ и $z_{0 \min}$, суммируя промежуточные припуски на обработку.	10. Определить общие припуски $z_{0 \max}$ и $z_{0 \min}$, суммируя промежуточные припуски на обработку.
11. Проверить правильность произведенных расчетов по формулам:	11. Проверить правильность произведенных расчетов по формулам:
$z_{i \max} - z_{i \min} = \delta_{i-1} - \delta_i$ $2z_{i \max} - 2z_{i \min} = \delta D_{i-1} - \delta D_i$ $z_{0 \max} - z_{0 \min} = z_{0 \max} - z_{0 \min}$ $2z_{0 \max} - 2z_{0 \min} = 2z_{0 \max} - 2z_{0 \min}$	$z_{i \max} - z_{i \min} = \delta_{i-1} - \delta_i$ $2z_{i \max} - 2z_{i \min} = \delta D_{i-1} - \delta D_i$ $z_{0 \max} - z_{0 \min} = \delta_3 - \delta_d$ $2z_{0 \max} - 2z_{0 \min} = \delta D_3 - \delta D_d$
12. Определить общий номинальный припуск по формулам:	12. Определить общий номинальный припуск по формулам:
$z_{0 \text{ном}} = z_{0 \min} + H_3 - H_d$ $2z_{0 \text{ном}} = 2z_{0 \min} + HD_3 - HD_d$	$z_{0 \text{ном}} = z_{0 \min} + B_3 - B_d$ $2z_{0 \text{ном}} = 2z_{0 \min} + BD_3 - BD_d$

По рассчитанным и принятым величинам припусков выполняется рабочий чертеж заготовки. На нем указываются допуски на размеры, литейные и или штамповочные уклоны, технические условия - требования, относящиеся к материалу заготовки, пределы допустимых колебаний механических свойств, чистота поверхности и т.д. (чертежи заготовок выполняются в соответствии с действующими стандартами).

Для удобства расчет рекомендуется производить в виде таблицы.

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска				Расчетный припуск, $2z_{\min}$ МКМ	Расчетный разм. d_p , мм	Допуск, δ мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, МКМ	
	R_z	T	ρ	ϵ				d_{\min}	d_{\max}	$2z_{\min \text{ пр}}$	$2z_{\max \text{ пр}}$

Данные таблицы используются для построения графической схемы, а также проверки правильности произведенных расчетов. При этом в связи с

разнохарактерностью действий при расчете размеров для наружных и внутренних поверхностей рекомендуется во избежание ошибок группировать расчетной карте наружные и внутренние поверхности, а не записывать их вперемешку.

Расчет режимов резания.

Расчет ведется одновременно с заполнением операционных или маршрутных карт технологического процесса. Совмещение этих работ исключает необходимость дублирования одних и тех же сведений в различных документах. Элементом, в значительной мере поясняющим ряд исходных данных для расчета режимов резания, является операционный эскиз.

Расчет должен выполняться в той форме и последовательности, которые, дополняя технологическую карту, позволяют сократить время, необходимое для выполнения самого расчета, и свести его в такую систему, которая дает возможность легко проверить отдельные элементы проведенного расчета.

Режимы резания для каждой операции рекомендуется рассчитывать в следующей последовательности:

- по величине припуска определяется глубина резания;
- определяется максимальная технологически допустимая подача;
- выбранная подача согласуется с паспортом станка (выбирается ближайшее меньшее значение). При отсутствии паспортных данных станка используются пределы скоростей и подач, их количество и на основании расчета определяется ряд подач или ряд чисел оборотов;
- по соответствующим формулам теории резания или по нормативам устанавливается скорость резания;
- по найденной скорости рассчитывается число оборотов шпинделя в минуту;
- расчетное число оборотов шпинделя в минуту согласовывается с паспортом станка (выбирается ближайшее меньшее значение);
- определяется составляющая усилия резания (например, P_z при точении) или крутящий момент $M_{кр}$ (например, при сверлении);

- подсчитывается эффективная мощность на шпинделе станка $N_{\text{э}}$, и с учетом коэффициента полезного действия станка определяется необходимая мощность электродвигателя станка и сравнивается с фактической.

При необходимости выбирается другой типоразмер станка, соответствующий по мощности расчетному.

VI. Защита курсовой работы

К защите допускаются курсовые работы, подписанные руководителями всех разделов работы. Перед защитой студент предоставляет комиссии расчетно-пояснительную записку, альбом технологических карт и графическую часть.

При защите он должен коротко изложить главное содержание работы, его отличие от существующего, обосновать разработанный технологический процесс и принятые конструкции приспособлений и инструментов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебн. пособие. - Екатеринбург: УГППУ, 2001.
2. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособ. для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В. А. Шкред.-5-е изд., стереотип., перепечатка с 1983 г., М.:ООО Альянс. -2007-256с.
3. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: учебное пособие/ ред. В.А.Тимирязев. -М.: Высшая школа, 2004. -272 с.
4. Харламов Г. А. Припуски на механическую обработку: справочник. -М.: Машиностроение, 2006
5. Справочник технолога машиностроителя. Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. М., Машиностроение, 1972.
6. Справочник технолога машиностроителя. Под ред. А.Н. Малова. М., Машиностроение, 1972.

