

Министерство образования и науки Российской Федерации
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

А.В. Анцупов, М.В. Налимова, Н.Н. Огарков

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»**

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия*

Магнитогорск
2017

УДК 621.919(075.8)

Рецензенты:

Заведующий кафедрой металлургических и роторных машин
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина», доктор технических наук

Е.Ю. Раскатов

Начальник производства ПАО «НПО «Андроидная техника»»,
кандидат технических наук

Е.А. Дудоров

Анцупов, А.В.

**Курсовой проект по дисциплине «Технология машино-
строения»:** учеб. пособие / А.В. Анцупов, М.В. Налимова,
Н.Н. Огарков. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн.
ун-та им. Г.И. Носова, 2017. – 47 с.

В учебном пособии изложены требования к структуре и содержанию курсового проекта, а также методические указания к выполнению разделов пояснительной записки и графической части, что позволит внедрить в учебный процесс единые требования к оформлению курсового проекта и повысить качество его выполнения.

Предназначено для обучающихся направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

УДК 621.919(075.8)

© Магнитогорский государственный
технический университет
им. Г.И. Носова, 2017

© Анцупов А.В., Налимова М.В.,
Огарков Н.Н., 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	6
2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	6
3. ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ	7
4. СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА	8
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ОСНОВНОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	8
5.1. Технологический раздел.....	9
5.1.1. Анализ соответствия технических условий и норм точности служебному назначению детали	9
5.1.2. Обоснование выбора материала для изготовления детали	10
5.1.3. Анализ технологичности детали.....	10
5.1.4. Определение типа производства	11
5.1.5. Анализ базового технологического процесса.....	12
5.1.6. Выбор заготовки.....	13
5.1.7. Разработка технологического маршрута изготовления детали	15
5.1.8. Расчет межоперационных припусков, допусков и размеров заготовки.....	16
5.1.9. Расчет режимов резания.....	18
5.1.10. Техническое нормирование операций	19
5.2. Конструкторский раздел.....	22
5.2.1. Расчет и конструирование режущих инструментов	22
5.2.2. Выбор, конструирование и расчет контрольных инструментов и приспособлений.....	23
5.3. Организационный раздел	23
5.3.1. Организация технического контроля.....	23
5.3.2. Организация инструментального хозяйства.....	24
5.3.3. Организация транспортировки изделий.....	24
6. ОФОРМЛЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЙ.....	24
7. ТРЕБОВАНИЯ К ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	25
7.1. Требования к эскизам механической обработки	25
8. ОБОЗНАЧЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	26
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	28
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	29
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	32

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология машиностроения» написано в соответствии с требованиями стандарта ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» СМК-О-СМГТУ-42-09 «Курсовой проект (работа): структура, содержание, общие правила выполнения и оформления».

Содержание и методические рекомендации к выполнению основной части курсового проекта по направлению подготовки бакалавров 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» изложены в соответствии с методическими разработками читаемых дисциплин, составленными выпускающей кафедрой «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова».

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование технологических процессов изготовления деталей машин является одним из наиболее ответственных этапов технологической подготовки производства. Технологический процесс должен обеспечивать высокую производительность труда и требуемое качество изделий при минимальных затратах на их изготовление. Курсовое проектирование по дисциплине «Технология машиностроения» направлено на овладении студентами навыка проектирования технологических процессов механической обработки деталей на основе материалов производственной практики.

В курсовом проекте студенту следует обобщить опыт предприятия, на котором он проходил производственную практику, анализировать его, использовать отечественную и зарубежную информацию, применять теоретические знания, полученные в процессе обучения или при выполнении научно-исследовательских работ и на этой основе разрабатывать обоснованные технические решения и рекомендации по совершенствованию технологических процессов обработки машиностроительных изделий.

Своевременное и системное ознакомление студентов, особенно обучающихся без отрыва от производства, с тематикой, порядком и сроками выполнения курсового проекта позволит внести плановость при его выполнении и способствовать повышению качества работы.

Составленное авторами учебное пособие отражает общие принципы в руководстве курсовым проектом и требования, предъявляемые к содержанию и оформлению курсового проекта. Все методические рекомендации предназначены как для студентов бакалавриата, так и для руководителей.

Авторы выражают уверенность, что настоящее руководство, несомненно, будет способствовать дальнейшему повышению эффективности обучения.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящее руководство предназначено для выполнения курсового проекта по дисциплине «Технология машиностроения» по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и устанавливает общие требования и правила его выполнения и оформления.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В данном учебном пособии использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.104-68 ЕСКД. Основные надписи.

ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 2.108-68 ЕСКД. Спецификация.

ГОСТ 2.111-68 ЕСКД. Нормоконтроль.

ГОСТ 2.119-73 ЕСКД. Эскизный проект.

ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы.

ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии.

ГОСТ 2.305-68 ЕСКД. Изображения-виды, разрезы, сечения.

ГОСТ 3.1105-84 ЕСТД. Форма и правила оформления документов общего назначения.

ГОСТ 3.1107-81 ЕСТД. Опоры. Зажимы и установочные устройства. Графические обозначения.

ГОСТ 3.1109-82. ЕСТД. Термины и определения основных понятий.

ГОСТ 3.1118-82 ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт.

ГОСТ 3.1119-83 ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документации на единичные технологические процессы.

ГОСТ 3.1404-86 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.

ГОСТ 3.1502-85 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технический контроль.

ГОСТ 3.1702-79 ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.

ГОСТ 3.1703-79 ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Слесарные, слесарно-сборочные работы.

ГОСТ 7.1-2003 ССИБИД. Библиографическое описание документа.

ГОСТ 7.9-95 ССИБИД. Реферат и аннотация.

ГОСТ 7.12-93 ССИБИД. Сокращения русских слов и словосочетаний в библиографическом описании произведений печати.

ГОСТ 19.401-78 ЕСПД. Текст программы. Требования к содержанию и оформлению.

ГОСТ 19.404-79 ЕСПД. Пояснительная записка.

ГОСТ 19.701-90 ЕСПД. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения.

ГОСТ 24.301-80. Система технической документации на АСУ. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 28388-89. Система обработки информации. Документы на магнитных носителях данных. Порядок выполнения и обращения.

СМК-О-СМГТУ-42-09 «Курсовой проект (работа): структура, содержание, общие правила выполнения и оформления».

3. ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

Курсовой проект основывается на информации, полученной студентом во время прохождения производственной практики (практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), составленном по результатам практики отчете, знаниях, полученных при изучении специальных дисциплин, а также на систематизированном анализе известных технических решений, технологических процессов, программных продуктов.

Темы курсовых проектов определяются выпускающей кафедрой и должны обеспечивать возможность реализации накопленных знаний в соответствии с уровнем профессиональной подготовки студента. Тематика курсовых проектов должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию, перспективам развития и реальным проблемам производства, науки и техники.

Для подготовки курсового проекта студенту назначается руководитель из числа преподавателей кафедры.

В период выполнения курсового проекта руководитель:

- выдает задание на выполнение курсового проекта;
- оказывает студенту помощь в разработке календарного плана выполнения работы;
- рекомендует студенту необходимую литературу, справочные и архивные материалы, проекты и другие источники информации по теме;
- проводит систематические консультации со студентом в рамках предусмотренного учебным планом лимита времени;
- проверяет выполнение работы по частям и в целом.

При выполнении курсового проекта необходимо строго соблюдать требования действующих стандартов различных катего-

рий и других нормативно-технических документов. За достоверность изложенного в работе материала, правильность приведенных данных и полученных результатов отвечает студент – автор курсового проекта.

4. СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из текстовой и графической (демонстрационные листы) частей.

Текстовая часть курсового проекта оформляется в виде пояснительной записки и должна быть представлена в распечатанном виде и сброшюрована. Рекомендуемый объем текстовой части бакалаврской работы составляет 40-50 страниц формата А4, включая рисунки, графики и таблицы. Программные продукты оформляются в виде блок-схем, алгоритмов. Распечатка программ включается в пояснительную записку в качестве приложения.

Графическая часть работы должна содержать 3 листа формата А1. Перечень и содержание листов графической части определяется в зависимости от темы работы, согласовывается с руководителем и указывается в задании на курсовой проект (см. разд. 7 данного учебного пособия).

Разделы пояснительной записки должны быть системно связаны между собой и с заданием и в общем случае содержать следующие основные элементы:

- титульный лист (прил. 1);
- задание на курсовой проект (прил. 2);
- содержание;
- введение;
- основную часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения;
- ведомость курсового проекта.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ОСНОВНОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Основная часть курсового проекта включает:

- технологический раздел;
- конструкторский раздел;
- организационный раздел.

5.1. Технологический раздел

5.1.1. Анализ соответствия технических условий и норм точности служебному назначению детали

Разработка технологического процесса изготовления каждой детали начинается с изучения и четкой формулировки ее служебного назначения. Материалами, на основе которых выявляется служебное назначение детали, служат чертежи изделия и детали, технические условия и нормы точности изделия.

В формулировке служебного назначения детали должны быть отражены функции, которые надлежит выполнять детали (самой или совместно с другими) в работающем изделии, и даны количественные показатели, уточняющие требования к выполнению этих функций.

Формулирование служебного назначения детали является весьма ответственным моментом в проектировании технологического процесса ее изготовления и требует к себе вдумчивого отношения, поскольку содержит исходные данные для проведения анализа соответствия ему технических условий и норм точности, задаваемых чертежом.

Анализ соответствия технических условий и норм точности служебному назначению детали рекомендуется проводить в такой последовательности [12]:

1. На основании сборочного чертежа и технологического процесса сборки изделия выявить задачи, в решении которых деталь участвует размерами, расстояниями, относительными поворотами и формой своих поверхностей.

2. Выявить исходные звенья размерных цепей, с помощью которых решаются эти задачи при сборке изделий.

3. Построить технологические размерные цепи, с помощью которых достигается точность замыкающих звеньев при сборке изделия.

4. Проанализировать соответствие простановки размеров в чертеже детали построению процесса сборки изделия.

5. Произвести расчет допусков на составляющие звенья технологических (сборочных) размерных цепей, исходя из допуска на исходное звено.

6. Сопоставить нормы точности на линейные и угловые размеры детали, а также форму ее поверхности, заданные в чертеже, с допусками, полученными в результате расчета, и дать заключение об их правильности.

5.1.2. Обоснование выбора материала для изготовления детали

На основании анализа условий работы детали в узле необходимо дать свое заключение о целесообразности применения того или иного материала для изготовления заданной детали [10, 11]. Необходимо аргументировать выбор марки материала для изготовления детали, его свойства, химический состав, способы упрочняющей обработки и ее режимы для выполнения технических требований на изготовление.

5.1.3. Анализ технологичности детали

Оценка технологичности проводится качественно и количественно, с расчетом показателей технологичности по ГОСТ 14.201-83 [8, 9]. При этом качественная оценка предшествует количественной и характеризует технологичность конструкции обобщенно, на основе опыта исполнителя и рекомендаций технической и специальной литературы. Технологичность детали оценивается сравнением трудоемкости и себестоимости изготовления различных вариантов ее конструкции. Деталь, подвергаемая обработке резанием, будет технологична в том случае, когда ее конструкция позволяет применять рациональную заготовку, форма и размеры которой максимально приближены к форме и размерам готовой детали, а также использовать высокоэффективные процессы обработки. К основным требованиям технологичности можно отнести:

- обоснованный выбор материала детали и увязку требований качества поверхностного слоя с маркой материала детали;
- обеспечение достаточной жесткости конструкции;
- наличие или создание искусственных технологических баз, используемых при обработке;
- сокращение числа установок заготовки при обработке;
- наличие элементов, удобных для закрепления заготовки в приспособлении;
- простоту формы поверхностей, подлежащих обработке;
- возможность максимального использования стандартизированных и нормализованных режущих и измерительных инструментов;
- унификацию формы и размеров обрабатываемых элементов, что обеспечит обработку их минимальным числом инструментов и использование типовых подпрограмм на станках с ЧПУ;
- надежное удаление стружки;
- сокращение числа обрабатываемых поверхностей и т.д.

После качественной оценки технологичности все предложения по изменению конструкции детали должны быть систематизи-

рованы и приведены в пояснительной записке. Если вносимые изменения представляют существенный интерес, допускается выносить чертеж детали, отработанной на технологичность, в графическую часть проекта. Дальнейшая разработка технологии изготовления детали производится по измененной конструкции.

Количественная оценка технологичности может быть выполнена по согласованию с руководителем при условии внесения изменений в конструкцию детали после качественного анализа технологичности.

5.1.4. Определение типа производства

Тип производства и соответствующие ему формы организации работы определяют характер технологического процесса и его построение. От правильного выбора типа производства зависит качество разработки всего проекта.

Производство можно отнести к тому или иному типу условно по объему годового выпуска и массе детали, используя табл. 1.

Тип производства можно также определить по значению коэффициента закрепления операций $K_{з.о.}$, который характеризуется количеством различных операций, закрепленных за одним рабочим местом.

Производство считается:

- единичным при $K_{з.о.} > 20$;
- серийным при $K_{з.о.} = 10-20$;
- крупносерийным при $K_{з.о.} = 2-10$;
- массовым при $K_{з.о.} < 2$.

Таблица 1

Зависимость типа производства от объема годового выпуска и массы детали

Тип производства	Количество обрабатываемых в год деталей одного наименования и типа размера		
	крупных тяжелых большой трудоемкости массой > 30 кг	средних размеров и трудоемкости массой от 8 до 30 кг	небольших легких малотрудоемких массой до 8 кг
Единичное	< 5	<10	<100
Мелкосерийное	5-100	10-200	100-500
Среднесерийное	100-300	200-500	500-5000
Крупносерийное	300-1000	500-5000	5000-50000
Массовое	> 1000	> 5000	> 50000

Установив тип производства и метод его организации, студент приступает к анализу базового технологического процесса, выбору заготовки и разработке операционной технологии.

5.1.5. Анализ базового технологического процесса

Работа по анализу базового технологического процесса изготовления детали должна быть начата в период прохождения студентами производственной практики. В общем случае анализ содержит следующие основные вопросы:

- обоснованность установленной общей последовательности обработки, включая все операции технологического процесса – механическую обработку, технический контроль, термическую, химико - термическую обработку;
- рациональность метода получения заготовки для заданного объема годового выпуска деталей;
- методы упрочнения деталей и соответствие их функциональному назначению и условиям эксплуатации машины;
- правильность выбора технологических баз на операциях технологического процесса, соблюдение принципов совмещения и постоянства баз;
- соответствие последовательности операций базового процесса типовой схеме обработки;
- соответствие режимов резания рекомендуемым в общемашиностроительных нормативах или же отвечающих требованиям современных производителей режущего инструмента;
- применяемость современных конструкций режущего инструмента и новых прогрессивных марок инструментальных материалов;
- рациональность использования станочных и контрольных приспособлений и анализ их с точки зрения вида привода;
- методы контроля размеров и технических требований;
- соответствие технических возможностей станков параметрам выполняемых на них операций;
- степень концентрации операций и переходов технологического процесса;
- загрузка оборудования, многостаночная работа, средства механизации и автоматизации, применение современного оборудования, станков с ЧПУ, промышленных роботов, транспортных устройств и т.д.

Анализируя базовый технологический процесс, необходимо указать не только его достоинства, но и недостатки. Результаты анализа должны служить предпосылкой для разработки нового ва-

рианта технологического процесса механической обработки, который отличался бы меньшей трудоемкостью и себестоимостью по сравнению с базовым процессом. В связи с этим недопустимо заменять анализ базового технологического процесса простым его описанием.

5.1.6. Выбор заготовки

Выбор вида исходной заготовки является ответственным этапом разработки технологического процесса, так как коренным образом влияет на технологию механической обработки детали. Правильный выбор заготовки – установление метода ее получения, формы и размеров – весьма существенно влияет на расход металла, число операций, трудоемкость и себестоимость изготовления детали. При решении этого вопроса необходимо стремиться к тому, чтобы форма и размеры заготовки были максимально приближены к форме и размерам готовой детали. Однако повышение точности размеров заготовки и ее усложнение неизбежно приводят к существенному увеличению себестоимости самой заготовки, особенно в единичном и мелкосерийном производствах. Поэтому окончательное решение по выбору заготовки может быть принято только после экономического комплексного расчета себестоимости заготовки и механической обработки в целом.

На выбор метода получения заготовки оказывают влияние: материал детали, ее служебное назначение и технические требования на изготовление; объем годового выпуска; форма поверхностей и размеры детали; производственные возможности заготовительных цехов.

В машиностроении в зависимости от номенклатуры изделий и характера производства применяют заготовки следующих видов [37]: отливки; поковки; штамповки; прокат, а также штамповарные, сварно-литые и заготовки, полученные методом порошковой металлургии.

В общем производстве литых заготовок значительный объем занимает литье в песчано-глинистые формы, что объясняется его технологической универсальностью. Изменяя способ формовки, используя различные материалы моделей и составы формовочных смесей, можно получать отливки с точными размерами. В общем случае литье в песчано-глинистые формы обеспечивает получение отливок с шероховатостью поверхности $R_z = 40\text{--}320$ мкм, однако данный способ литья связан с большим грузопотоком вспомогательных материалов и повышенной трудоемкостью. Поэтому в крупносерийном и массовом производствах применяются специ-

альные виды литья, такие как: литье в оболочковые и металлические формы, литье по выплавляемым моделям, литье под давлением, центробежное литье. Специальные виды литья обеспечивают получение шероховатости $R_a = 3,2-50$ мкм. Допуски размеров отливок регламентированы ГОСТ 26645-85. Более подробно с характеристикой различных способов литья можно ознакомиться в технической литературе.

Ковка является рациональным и экономически выгодным процессом получения качественных заготовок с высокими механическими свойствами в условиях мелкосерийного и единичного производства. Ковкой изготавливают самые разнообразные заготовки, например: валы, диски турбин, цапфы, шпиндели, фланцы, муфты и т.д. К основным недостаткамковки можно отнести низкую производительность, значительную трудоемкость изготовления поковок, большие припуски, что приводит к значительному увеличению объема механической обработки и расхода металла.

Область применения штамповки – серийное и массовое производство. Штамповка на кривошипных прессах в 2-3 раза производительнее штамповки на молотах, припуски и допуски уменьшаются на 20-30 %, расход металла снижается на 10-15 %. Заготовки для деталей тел вращения типа стержней с утолщениями, колец, втулок, деталей со сквозными и глухими отверстиями целесообразно получать на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ). Шероховатость поверхностей заготовок, полученных ковкой и штамповкой составляет $R_z = 80-320$ мкм.

Заготовки из круглого проката (по ГОСТ 2590-88, ГОСТ 7417-75 и др.) для валов с небольшим перепадом диаметров в большинстве случаев более целесообразны, чем штампованные заготовки. Однако, если масса заготовки из проката превышает массу штамповки более чем на 15%, то от использования круглого проката необходимо отказаться.

При выборе вида заготовки возможны следующие варианты:

- метод получения заготовки принимается аналогичным существующему в действующем производстве;
- метод получения заготовки изменяется, однако это обстоятельство не вызывает изменений в технологическом процессе механической обработки;
- метод получения заготовки изменяется и в результате этого изменяется ряд операций механической обработки детали.

В первом случае при обосновании выбора получения заготовки достаточно ограничиться с ссылкой на справочную литературу, где для данных условий рекомендован этот вариант как наилучший.

Во втором случае предпочтение следует отдавать заготовке, характеризующейся лучшим использованием металла и меньшей стоимостью.

В третьем случае вопрос о целесообразности выбора вида заготовки может быть решен лишь после расчета технологической себестоимости детали по сравниваемым вариантам. Предпочтение следует отдавать той заготовке, которая обеспечивает меньшую технологическую себестоимость детали. Если же сопоставляемые варианты по технологической себестоимости оказываются равноценными, то предпочтение следует отдавать заготовке с более высоким коэффициентом использования материала $K_{И.М.}$, который определяется отношением массы снимаемого металла при обработке заготовки к массе готового изделия (детали) и выражается формулой

$$K_{И.М.} = \frac{m_o}{m_3}. \quad (1)$$

Например, в серийном производстве $K_{И.М.}$ имеет следующее значение: при изготовлении детали из отливок $K_{И.М.} = 0,75-0,80$; штамповок $K_{И.М.} = 0,7-0,85$; поковок (полученных свободной ковкой) $K_{И.М.} = 0,38-0,40$; проката $K_{И.М.} = 0,50-0,65$.

5.1.7. Разработка технологического маршрута изготовления детали

На основании анализа базового варианта технологического процесса изготовления детали и выбора заготовки в курсовом проекте разрабатывается маршрут технологического процесса. Основной задачей этапа является составление общего плана обработки заготовки, выбор средств технологического оснащения операций. При установлении общей последовательности обработки необходимо учитывать следующие рекомендации [1, 2, 4-7, 18, 30, 33, 34]:

- каждая последующая операция должна уменьшать погрешности и улучшать качество поверхности;
- в первую очередь следует обрабатывать поверхности, которые будут служить технологическими базами при выполнении последующих операций. После этого следует обрабатывать поверхности, с которых снимается наибольший слой металла;
- операции, при которых возможно появление брака из-за внутренних дефектов в заготовке, необходимо производить на ранних стадиях ее обработки;
- заканчивается обработка той поверхностью, которая является наиболее точной и имеет наиболее важное значение для эксплуатации детали;

- второстепенные поверхности рекомендуется обрабатывать в конце технологического процесса, за исключением тех случаев, когда они служат базами для установки заготовки;
- если деталь подвергается термической обработке по ходу технологического процесса, то механическая обработка расчленяется на две части: до термической обработки и после нее. Перенос механических операций из одной части в другую не рекомендуется;
- технологический контроль намечают после тех этапов обработки, где наиболее вероятно появление брака, перед сложными и дорогостоящими операциями, после законченного цикла, в конце обработки.

Построение маршрута обработки во многом определяется конструктивно-технологическими особенностями детали. Выбор маршрутной технологии существенно зависит от типа производства, уровня автоматизации и применяемого оборудования. Для облегчения составления маршрутного технологического процесса рекомендуется использовать типовые процессы изготовления деталей.

Выбор модели станка определяется прежде всего возможностью изготовления на нем деталей необходимых размеров и формы, а также обеспечения качества ее поверхностей. Если эти требования могут быть обеспечены обработкой на различных станках, конкретную модель выбирают из следующих соображений:

- соответствие станка по производительности заданному типу производства;
- возможность работы на оптимальных режимах резания;
- соответствие станка требуемой мощности при обработке;
- возможность механизации и автоматизации;
- обеспечение наименьшей себестоимости обработки;
- необходимость использования имеющихся на предприятии станков.

Технические характеристики оборудования, выпускаемого серийно, приводятся в каталогах, а также в технической литературе.

5.1.8. Расчет межоперационных припусков, допусков и размеров заготовки

Припуски на механическую обработку поверхностей заготовки могут быть определены опытно-статистическим методом по соответствующим справочным таблицам ГОСТ 7505-89 и ГОСТ 26645-85, с помощью соответствующих модулей САПР ТП, материалов технической литературы или на основе расчетно-аналитического метода. Опытно-статистический метод позволяет назначать припуски независимо от технологического процесса обработки заготовки и поэтому они, как правило, являются завышенными. Расчетно-аналитический метод определения припусков на обработку базируется на анализе факторов, влияющих на припуски предшествующего и выполняемого переходов технологического процесса.

Значение припуска определяется методом дифференцированного расчета по элементам, составляющим припуск [13, 32, 39]. Данный метод предусматривает расчет припусков по всем последовательно выполняемым технологическим переходам обработки данной поверхности детали (промежуточные или операционные припуски), их суммирование для определения общего припуска на обработку поверхности и расчет промежуточных (операционных) размеров и размеров исходной заготовки. Расчетной величиной является минимальный припуск на обработку, достаточный для устранения на выполняемом переходе погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующем переходе, а также компенсации погрешностей, возникающих на выполняемом переходе. Промежуточные размеры, определяющие положение обрабатываемой поверхности, и размеры исходной заготовки рассчитывают с использованием минимального припуска.

Расчетно-аналитический метод определения припусков представляет собой систему, включающую методики обоснованного расчета припусков и увязку расчетных припусков с предельными размерами обрабатываемой поверхности. Применение данного метода по сравнению с опытно-статистическим сокращает отход металла в стружку, создает единую систему определения припусков на обработку, размеров детали по технологическим переходам и исходной заготовки. В курсовом проектировании для двух-трех типовых поверхностей детали (по указанию руководителя) расчет припусков следует производить расчетно-аналитическим методом, для остальных поверхностей – назначать по таблицам.

Значения операционных допусков рекомендуется принимать по таблицам точности обработки, величину допусков на размеры исходных заготовок – по таблицам, приведенным в ГОСТ 7505-89, ГОСТ 26645-85 и в справочнике. Порядок простановки предельных отклонений на операционные размеры должен быть такой, чтобы поле допуска отсчитывалось в металл (в «тело»): для наружных поверхностей (валов) – «в минус»; для внутренних поверхностей (отверстий) – «в плюс». Предельные отклонения на размеры, координирующие положения осей, должны быть проставлены симметрично номинальному размеру. Допускается симметричное расположение предельных отклонений и в случае выполнения промежуточных операций на станках с ЧПУ. Простановка предельных отклонений размеров заготовки регламентируется соответствующими стандартами, например: ГОСТ 7505-89, ГОСТ 7829-70, ГОСТ 26645-85.

Если размер, выдерживаемый на выполняемой операции (технологическом переходе), влияет на точность других размеров детали, то допуск на него необходимо определять на основе расчета размерных цепей.

После выполнения расчета припусков необходимо построить схемы расположения припусков, допусков и операционных размеров. Все эти величины проставляются на чертеже заготовки, эскизах механической обработки и указываются в операционных картах.

5.1.9. Расчет режимов резания

В пояснительной записке к курсовому проекту студент приводит расчет трех режимов резания для различных операций.

Исходными данными для определения режимов резания являются: материал обрабатываемой заготовки и его физико-механические свойства, размеры и геометрическая форма обрабатываемой поверхности, а также технические условия на изготовление детали.

При расчете режимов резания сначала выбирают материал, типоразмер и геометрические параметры режущей части инструмента, модель оборудования [38].

После этого определяют глубину резания, подачу и скорость главного движения резания. Глубина резания определяется величиной припуска на обработку и возможностью удаления его за один рабочий ход. При обработке за несколько рабочих ходов глубину резания устанавливают наибольшей с соответствующим уменьшением числа рабочих ходов. При черновой обработке подачу устанавливают максимально возможную; ограничивающим фактором является прочность слабого звена технологической системы. При чистовой и отделочной обработке подачу устанавливают в зависимости от точности обработки и шероховатости поверхности. Ее выбирают, как правило, по нормативам и корректируют по паспортным данным станка. Скорость главного движения резания определяют по эмпирическим формулам или выбирают по нормативным данным, исходя из условий выполнения данного технологического перехода, а также свойств режущего инструмента. Определив скорость резания, находят частоту вращения шпинделя (или число двойных ходов стола) станка. Полученные значения согласовывают с паспортными данными оборудования, если он не является специальным. При отсутствии в справочниках или каталогах всех значений частот вращения шпинделей, подач, двойных ходов данного станка следует воспользоваться краткой характеристикой станка и рассчитать режим работы, фактически реализуемый оборудованием. После назначения режима резания необходимо провести силовую проверку станка. Потребная мощность для резания не должна превышать фактической мощности электродвигателя станка. При недостаточной мощности привода станка рекомендуется уменьшить скорость резания или перенести обработку на более мощное оборудование.

Методика расчета режимов резания при обработке на станках различных типов достаточно подробно изложена в технической литературе [14, 16, 17, 19-21, 31, 36].

5.1.10. Техническое нормирование операций

Под техническим нормированием понимается установление нормы времени на выполнение определенной работы. Техническая норма времени, определяющая затраты времени на обработку (сборку), служит основой для оплаты работы, калькуляции себестоимости детали и изделия. На основе технических норм времени рассчитываются длительность производственного цикла, необходимое количество станков, инструментов и рабочих, определяется производственная мощность цехов или участков. Норма времени является одним из основных факторов для оценки совершенства технологического процесса и выбора наиболее прогрессивного варианта обработки заготовки.

При выполнении курсовой работы все операции механической обработки, для которых рассчитывались или выбирались режимы резания, обязательно подлежат техническому нормированию. При этом для трех разнотипных операций выполняется подробный поэлементный расчет штучного или штучно-калькуляционного времени, который приводится в пояснительной записке. Для остальных операций рассчитанные нормы времени, без подробного пояснения, заносятся в операционные и маршрутные карты технологического процесса.

В единичном и массовом производствах определяется норма штучного времени $t_{шт.}$, а в серийном производстве – норма штучно-калькуляционного времени $t_{ш-к.}$

Норма штучного времени, мин, определяется по формуле

$$t_{шт.} = t_o + t_g + t_{mex} + t_{орг} + t_{пер}, \quad (2)$$

где t_o – основное время выполнения операции;

t_g – вспомогательное время выполнения операции, не перекрываемое основным (время на установку, закрепление заготовки, подвод и отвод инструмента, снятие детали и т.д.);

t_{mex} – время на техническое обслуживание рабочего места, отнесенное к одной детали (время на смену, настройку, регулировку инструмента, устранение различных отказов и др.);

$t_{орг}$ – время на организационное обслуживание рабочего места (на подготовку станка к работе, его смазывание, очистку, получение инструмента);

$t_{пер}$ – время, учитывающее регламентированные перерывы на отдых (в случае физически тяжелых или утомительных работ) и естественные надобности рабочего.

В серийном производстве необходимо еще учитывать подготовительно-заключительное время T_{n-3} , рассчитываемое на партию деталей n . Норму времени, мин, в этом случае определяют по формуле:

$$t_{u-k} = t_u + \frac{T_{n-3}}{n}. \quad (3)$$

Для определения величины подготовительно-заключительного времени T_{n-3} можно воспользоваться общемашиностроительными нормативами времени или технической литературой.

Величина партии деталей n , шт., определяется по формуле

$$n = \frac{Nt}{\Phi}, \quad (4)$$

где N – количество деталей одного наименования и размера по годовой программе выпуска изделий, шт.;

t – необходимый запас деталей на складе в днях: для крупных деталей – 2-3 дня, для средних – 5 дней, для мелких деталей и инструментов – от 10 до 30 дней;

Φ – число рабочих дней в году.

Основное время t_o затрачивается на непосредственное изменение размеров, формы и качества обрабатываемой заготовки или на соединение деталей при сборке. Основное время может быть машинным, если процесс обработки совершается только станком, без непосредственного участия рабочего; машинно-ручным или ручным, если процесс обработки ведется при непосредственном управлении инструментом или перемещении детали рукой рабочего.

Расчет основного времени производится по формулам, установленным на основании кинематики используемого метода обработки и выбранных режимов резания, приведенных в технической литературе [15, 23], в такой последовательности. Сначала определяют расчетные размеры обрабатываемых поверхностей для каждого перехода (диаметр, ширину и длину). Диаметр обрабатываемой поверхности указывается наибольший $d_{\max}$, полученный после предыдущей обработки. Затем рассчитывают или принимают по нормативам элементы режима резания (максимально возможную подачу и т.д.). Расчетный размер ширины складывается из окончательного размера ширины готовой детали и размера припуска на ширину. В расчетный размер длины входят кроме размера обрабатываемой поверхности еще и длины врезания и перебега инстру-

мента. Если необходимо брать пробную стружку, то к указанным размерам прибавляется общая длина проходов при взятии пробных стружек (6-10 мм). Используя полученные данные, подсчитывают основное время t_o , мин, по формуле, которая для многих видов обработки имеет следующий вид:

$$t_o = \frac{Li}{nS}, \quad (5)$$

где L – расчетная длина обработки в направлении подачи, мм;

i – число проходов;

n – число об/мин для станков с вращательным движением или число дв.х./мин для станков с прямолинейным движением;

S – подача, мм/об или мм/дв.х. главного движения (движения резания).

Основное время можно выразить в зависимости от скорости резания из формулы

$$v = \frac{\pi d n}{1000}, \quad (6)$$

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi d}, \quad (7)$$

где v – скорость резания, м/мин;

d – диаметр обрабатываемой детали, мм.

Подставляя n в формулу (5), получим

$$t_o = \frac{\pi d L i}{v S \cdot 1000}. \quad (8)$$

Вспомогательное время t_e затрачивается на различные действия, обеспечивающие выполнение основной работы. Вспомогательное время может быть неперекрываемым и перекрываемым. Если вспомогательные работы выполняют не в процессе обработки заготовки, то такое вспомогательное время называют неперекрываемым. Если же часть вспомогательных работ производят в процессе выполнения основной работы, то эта часть вспомогательного времени называется перекрываемой. При расчете нормы штучного или штучно-калькуляционного времени учитывают лишь ту часть вспомогательного времени, которая не может быть перекрыта основным машинным временем.

Определение вспомогательного времени производится по общемашиностроительным нормативам или по технической литературе.

Основное и вспомогательное время в сумме составляют оперативное время:

$$t_{оп} = t_o + t_{\text{в}}. \quad (9)$$

Время на техническое обслуживание рабочего места $t_{\text{тех}}$ может устанавливаться по нормативам или определяться в процентах от оперативного времени (1-3,5 % в зависимости от типоразмера станка).

Время на организационное обслуживание рабочего места $t_{\text{орг}}$ также может устанавливаться по нормативам или определяться в процентах от оперативного времени (в крупносерийном и массовом производствах – 0,8-2,5%, в серийном производстве – 2-4% (кроме кругло- и плоскошлифовальных станков, для них 3,5-7%, а для бесцентрово-шлифовальных станков – 8-13%)).

Время перерывов на отдых $t_{\text{пер}}$ определяется в процентах от оперативного времени (в единичном и мелкосерийном производствах – 4-6%, в крупносерийном и массовом – 5-8%).

Для упрощения подсчета нормы штучного времени $t_{\text{шт.}}$, мин, можно воспользоваться формулой

$$t_{\text{шт.}} = (t_o + t_{\text{в}}) \left(1 + \frac{\alpha}{100} \right), \quad (10)$$

где α – процент потерь времени от оперативного, учитывающий все остальные составляющие штучного времени. В зависимости от сложности наладки станков $\alpha = 6-10\%$, а для автоматических линий до 18%.

5.2. Конструкторский раздел

5.2.1. Расчет и конструирование режущих инструментов

Для разрабатываемого технологического процесса необходимо стремиться выбирать стандартный режущий инструмент, но вместе с тем, когда целесообразно, следует применять специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей, сокращая тем самым машинное время.

В соответствии с заданием для трех операций технологического процесса необходимо выбрать, рассчитать и сконструировать режущие инструменты. Выбор конструкции должен быть обоснован технической и экономической целесообразностью.

В пояснительной записке необходимо отразить следующее:

- назначение и область применения конструируемого инструмента;

- выбор базовой конструкции инструмента [24, 25, 29];
- обоснование выбора инструментального материала (состав, свойства, марка сменной неперетачиваемой пластины);
- выбор геометрических параметров инструмента [20];
- расчет энергосиловых параметров обработки;
- прочностной проверочный расчет (для резцов – расчет на прочность и жесткость; для фрез – расчет оправки на изгиб и расчет диаметра под оправку; для протяжек – расчет на прочность и расчет хвостовика на смятие; для осевого инструмента - расчет на прочность и продольную устойчивость);
- определение числа проходов инструмента до замены режущего элемента (переточки).

5.2.2. Выбор, конструирование и расчет контрольных инструментов и приспособлений

Измерительный инструмент, применяемый для межоперационного и окончательного контроля детали, в зависимости от типа производства может быть как стандартным, так и специальным. Для одной из операций технологического процесса конструируется специальный измерительный инструмент (предельные гладкие и резьбовые калибры, шлицевые калибры, конусные калибры, пространственные калибры для проверки межосевого расстояния и др.). В рамках курсового проекта недопустимо для проектирования применять микрометры, штангенциркули и другие универсальные инструменты.

В пояснительной записке дается обоснование выбора измерительного инструмента, расчет допусков и исполнительных размеров, построение схемы взаимного расположения полей допусков измеряемого изделия и калибра.

Кроме этого необходимо сконструировать приспособление для контроля отклонений формы или взаимного расположения поверхностей детали в соответствии с требованиями чертежа. В пояснительной записке указывают описание приспособления, устройство и принцип работы, а в графической части изображают его сборочный чертеж.

5.3. Организационный раздел

5.3.1. Организация технического контроля

В данном разделе решаются задачи организации технического контроля, определяется структура и функции аппарата ОТК на участ-

ке в зависимости от типа производства, применяемых инструментов и требований к точности и качеству поверхности деталей.

В зависимости от типа производства, принятого технологического процесса и характера обрабатываемых деталей необходимо предложить конкретную систему технического контроля, в которой предусматривается место, вид, объект и частота контроля. Необходимо указать, после каких технологических операций необходимы операции контроля, предусмотреть возможность механизации и автоматизации контрольных операций.

5.3.2. Организация инструментального хозяйства

Основными задачами организации инструментального хозяйства являются: полное и своевременное обеспечение рабочих мест инструментом, освобождение основных рабочих от работ по заточке и ремонту инструмента, внедрение рациональной эксплуатации инструмента и прогрессивных режимов резания.

Необходимо осветить следующие вопросы:

- систему доставки инструмента на рабочие места и учет расхода его;
- комплектование инструмента в инструментально-раздаточных кладовых;
- организацию заточки и ремонта инструмента;
- восстановление отработанного инструмента;
- организацию системы технического надзора за правильной эксплуатацией и хранением инструмента.

5.3.3. Организация транспортировки изделий

Выбор транспортных средств зависит от характера обрабатываемых на участке деталей, массы и габарита деталей или величины транспортной партии, типа производства, грузооборота, типа здания.

Для рациональной организации транспортировки изделий, ликвидации тяжелых и трудоемких работ и сокращения продолжительности производственного цикла следует максимально предусматривать механизированные транспортные средства. При выполнении этого раздела рекомендуется пользоваться литературой [27, 28].

6. ОФОРМЛЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЙ

Приложения оформляют как продолжение пояснительной записки на последующих ее страницах по правилам и формам, установленным действующими стандартами, при этом их располагают и обозначают в порядке ссылок на них в тексте.

В приложения включают маршрутную карту и спецификации сборочных единиц. Маршрутная карта является сводным документом, содержащим данные в технологической последовательности по всем операциям конкретного процесса с указанием номера и наименования операции, состава документов, используемых при выполнении операций, оборудования и трудозатрат. Формы и правила оформления маршрутных карт установлены ГОСТ 3.1118-82. Маршрутную карту можно составлять как текстово, так и используя средства САПР ТП (например, соответствующий модуль программы Вертикаль или др.).

7. ТРЕБОВАНИЯ К ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Графический материал, представленный в виде чертежей, эскизов и схем, должен совместно с текстовой частью раскрывать содержание курсового проекта. Общий объем графической части – не менее 3 листов формата А1. Рекомендуется включить следующий перечень материалов:

- чертеж детали формата А3 или А2;
- чертеж заготовки формата А3;
- чертежи трех режущих инструментов формата А3 или А2 каждый;
- чертеж измерительного инструмента формата А3 или А2;
- чертеж индикаторного приспособления формата А2;
- 1-2 схемы расположения припусков, допусков и предельных размеров по переходам формата А3 каждая;
- 1-2 эскиза механической обработки (для рассчитанных режимов резания) формата А3 каждый.

Расположение листа может быть как горизонтальным, так и вертикальным. Листы, на которых представлены результаты конструкторско-технологических разработок, оформляются в соответствии с требованиями ГОСТов и ЕСКД. Эскизы механической обработки деталей выполняются в соответствии с ГОСТ 3.1105-2011.

Графический материал может выполняться автоматизированным способом с применением графических и печатающих устройств вывода ПК.

7.1. Требования к эскизам механической обработки

Эскизы механической обработки необходимо выполнять с полным соблюдением правил черчения. Масштаб выбирается произвольный и выдерживается одинаковый на всех эскизах данного технологического процесса. Отступление следует допускать только

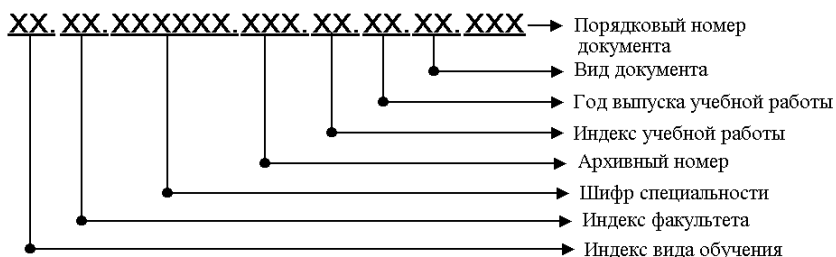
в особых случаях, например, при протягивании шпоночного паза в отверстии, долбления канавок на зубьях шеверов, расточке выточек, фасок, галтелей, когда для наглядности целесообразно эскиз выполнить в более крупном масштабе. Допускается на одном листе формата А1 (594×841 мм) выполнять несколько эскизов к разным переходам. В этом случае лист делится на форматы с одной общей основной надписью (штампом) в правом нижнем углу (прил. 7).

На каждом эскизе необходимо показать:

- эскиз обрабатываемой заготовки в рабочем положении, выполненный сплошной основной линией толщиной S с выделением обрабатываемых на данной операции (технологическом переходе, позиции, установке) поверхностей красным цветом сплошной основной линией толщиной $(2-3)S$ по ГОСТ 2.303-68;
- условное изображение применяемых на данной операции (переходе) опор и зажимов в соответствии с ГОСТ 3.1107-81;
- упрощенное изображение (синим цветом) режущего инструмента в конце рабочего хода, кроме осевых инструментов для обработки отверстий (сверла, зенкеры, развертки, метчики, протяжки и т.п.), изображаемых в отведенном или исходном положениях;
- направления главного движения и движения подачи;
- размеры базы, размеры и шероховатость обрабатываемых поверхностей;
- в левом верхнем углу – указание номера и наименования операции. В правом нижнем углу – таблица с данными по оборудованию, режущему инструменту, режимам обработки, нормам времени (см. прил. 7).

8. ОБОЗНАЧЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Устанавливается следующая структура обозначения курсового проекта:



Индексы вида обучения:

- О – очная форма обучения;
- З – заочная форма обучения.

Индекс института (факультета):

ММ – институт металлургии, машиностроения и материалообработки;

ЗИ – институт заочного обучения.

Шифр направления(специальности):

Шифр направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Архивный номер:

Архивный номер присваивается и выдается выпускающей кафедрой.

Индекс учебной работы:

КП – курсовой проект.

Вид документа:

Каждому документу присваивается буквенный шифр:

ПЗ – пояснительная записка (текстовый документ);

ВО – чертеж общего вида;

ДЛ – демонстрационный лист;

ЭМО – эскизы механической обработки;

ВП – ведомость курсового проекта и т.п. (в соответствии с ЕСКД).

Примеры обозначения:

О.ММ.15.03.05.005.КП.17.СБ.008

Курсовой проект выполнен студентом очной формы обучения Института металлургии, машиностроения и материалообработки по направлению подготовки бакалавров 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», архивный номер – 5, курсовой проект выполнен в 2017 году, вид документа – сборочный чертеж, номер документа – 8.

3.ЗИ.15.03.05.019.КП.17.ПЗ.001

Курсовой проект выполнен студентом заочной формы обучения по направлению подготовки бакалавров 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», архивный номер – 19, курсовой проект выполнен в 2017 году, вид документа – пояснительная записка, номер документа – 1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее учебное пособие позволяет упорядочить работу студентов по выполнению курсового проекта по курсу «Технология машиностроения», а также внедрить в учебный процесс единые требования к оформлению расчётно-графической части курсового проекта бакалавра на основе стандартов ЕСКД, ЕСТД и СМК МГТУ. Данный курсовой проект решает задачи, поставленные по итогу прохождения студентом производственной практики (практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), и является первым этапом выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ковшов А.Н. Технология машиностроения [Электронный ресурс] / Изд-во «Лань» Электронно-библиотечная система, 2008. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/188/> Загл. с экрана.
2. Суслов А.Г. Технология машиностроения: учебник. – М.: Машиностроение, 2007. – 432 с.
3. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие / Л.В. Лебедев, А.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе, И.В. Шрубченко. – Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2011. – 424 с.
4. Лебедев Л.В. Технология машиностроения: учебник. – М.: Изд-во Академия, 2006. – 528 с.
5. Кулыгин В.А., Гузеев В.И., Кулыгина И.А. Технология машиностроения: учеб. пособие. – М.: ООО «ИД "БАСТЕТ"», 2011. – 184 с.
6. Сысоев С.К., Сысоев А.С., Левко В.А. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Изд-во «Лань» Электронно-библиотечная система, 2011. – 352 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=711 / Загл. с экрана.
7. Маталин А.А. Технология машиностроения [Электронный ресурс]: учебник / Изд-во «Лань» Электронно-библиотечная система, 2010. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/258/> / Загл. с экрана.
8. Балабанов А.Н. Технологичность конструкций машин. – М.: Машиностроение, 1987. – 336 с.
9. Технологичность конструкций изделий: справочник / под ред. Ю.Д. Амирова. – М.: Машиностроение, 1990. – 372 с.
10. Лахтин Ю.М. Леонтьева В.П. Материаловедение. – М.: Машиностроение, 1990. – 632 с.
11. Краткий справочник металлиста / под ред. П.Н. Орлова, Е.А. Скороходова. – М.: Машиностроение, 1987. – 960 с.
12. Технология машиностроения. Специальная часть / А.А. Гусев, Е.Р. Ковальчук, И.М. Колесов и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 480 с.
13. Справочник технолога-машиностроителя / под ред. А.Р. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – В 2 т. – Т. 1. М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.
14. Справочник технолога-машиностроителя / под ред. А.Р. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – В 2 т. – Т. 2. М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.
15. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / под ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 2004. – 736 с.

16. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. / под ред. А.М. Дальского и др. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – Т. 1. – 910 с.: ил. – Т. 2. – 941 с.: ил.
17. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 460 с.: ил.
18. Картавов С.А. Технология машиностроения. – Киев: Выща. шк., 1984. – 272 с.
19. Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: Машиностроение, 1984. – 448 с.
20. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник / под ред. В.И. Баранникова. – М.: Машиностроение, 1990. – 459 с.
21. Справочник по технологии резания материалов / под ред. Г. Шпура, Т. Штеферле. – М.: Машиностроение, 1985. – 467 с.
22. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: справочник. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.
23. Силантьева Н.А., Малиновский В.Р. Техническое нормирование труда в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1990. – 256 с.
24. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов / под ред. Р.Н. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 1986. – 288 с.
25. Металлорежущие инструменты / Г.Н. Сахаров, О.Б. Арбузов, Ю.Л. Боровой и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.
26. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений. – М.: Высш. шк., 1980. – 383 с.
27. Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов. – М.: Машиностроение, 1990. – 614 с.
28. Мамаев В.С., Осипов Е.Г. Основы проектирования машиностроительных заводов. – М.: Машиностроение, 1990. – 518 с.
29. Палей М.М., Дибнер Л.Г., Флид М.Д. Технология шлифования и заточки режущего инструмента. – М.: Машиностроение, 1988. – 288 с.
30. Баранчукова И.М., Гусев А.А., Новиков В.Ю. Проектирование технологии. – М.: Машиностроение, 1990. – 329 с.
31. Огарков Н.Н. Конспект лекций по дисциплине «Резание материалов». – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2007.
32. Налимова М.В. Припуски на механическую обработку: учеб. пособие. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014.
33. Налимова М.В. Основы технологии машиностроения: Конспект лекций. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2007.

34. Колесов И.М. Основы технологии машиностроения. – М.: Высш. шк., 2001.

35. Андреев Г.Н., Новиков В.Ю., Схиртладзе А.Г. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства. – М.: Высш. шк., 1999.

36. Технология машиностроения: Сборник задач и упражнений: учеб. пособие / В.И. Аверченков и др. М.: ИНФРА-М, 2005.

37. Машиностроение: энциклопедия. В 40 т. / ред. совет: К.В. Фролов и др. – М.: Машиностроение, 1996. – Т. III-2. Разд. III.: Технология производства машин / ред. В.Ф. Мануйлов и др. – 734 с.: ил.

38. Анцупов А.В., Кургузов С.А. Металлорежущие станки: учеб. пособие. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. – 109 с.

39. Налимова М.В. Припуски на механическую обработку: учеб. пособие. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2006. – 76 с.

Образец оформления титульного листа курсового проекта

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»

Кафедра технологии машиностроения

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

по дисциплине Технология машиностроения

на тему: Совершенствование технологического процесса механической
обработки бара редуктора мостового крана

Исполнитель: Иванов С.П., студент гр. МКТб-13

Руководитель: Кургузов С.А., доцент, к.т.н.

Работа допущена к защите " ____ " ____ 20 ____ г. _____
(подпись)

Работа защищена " ____ " ____ 20 ____ г. с оценкой _____
(оценка) (подпись)

Магнитогорск, 2017

Приложение 2

Образец оформления задания на курсовой проект

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»

Кафедра технологии машиностроения

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Тема: Совершенствование технологического процесса механической
обработки вала редуктора мостового крана

Студенту Иванову Сергею Петровичу
(фамилия имя отчество)

Исходные данные:

Чертеж детали, технологическая документация, справочная и техническая
литература, нормативные материалы

Срок сдачи: «_____» _____ 20__ г.

Руководитель: _____ / _____ /
(подпись) (расшифровка подписи)

Задание получил: _____ / _____ /
(подпись) (расшифровка подписи)

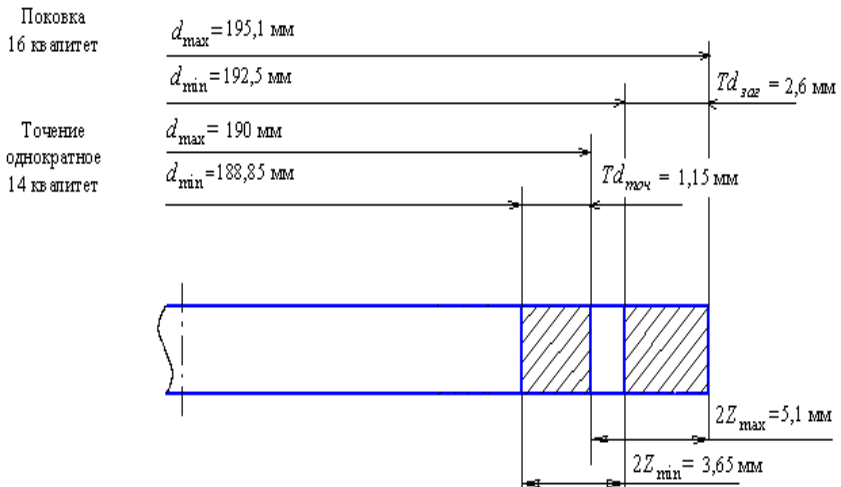
Магнитогорск, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

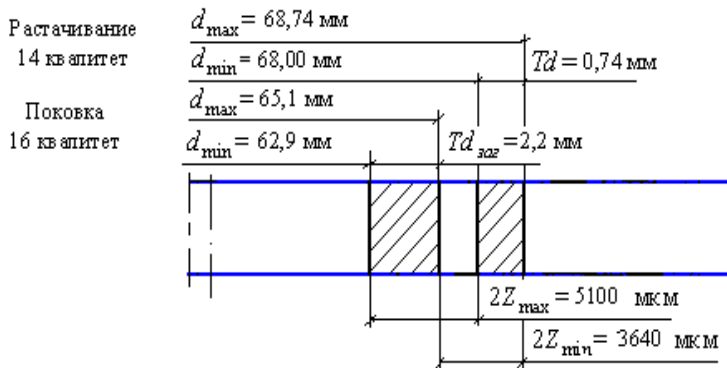
ВВЕДЕНИЕ	5
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	6
1.1 Анализ соответствия технических условий и норм точности служебному назначению вала	6
1.2 Обоснование выбора материала для изготовления вала	6
1.3 Анализ технологичности вала	7
1.4 Определение типа производства	7
1.5 Анализ базового технологического процесса изготовления вала	7
1.6 Выбор заготовки	8
1.7 Разработка технологического маршрута изготовления вала	9
1.8 Расчет межоперационных припусков, допусков и размеров заготовки	10
1.8.1 Расчет припусков на обработку наружной поверхности диаметром $60_{-0,3}^{-0,1}$ мм	10
1.8.2 Расчет припусков на длину $564 \pm 0,875$ мм	14
1.9 Расчет режимов резания	18
1.9.1 Расчет режима резания для чернового точения наружной поверхности диаметром $61_{-0,67}^{+0,07}$ мм длиной 302 мм	18
1.9.2 Расчет режима резания для фрезерования шпоночного паза шириной $16^{+0,035}$ мм длиной 165 мм	21
1.9.3 Расчет режима резания для сверления глухого отверстия диаметром 6,8 мм глубиной 30 мм	25
1.10 Техническое нормирование операций	28
1.11 Расчет и конструирование режущего инструмента	31
1.11.1 Расчет и конструирование токарного резца для точения наружной поверхности диаметром $61_{-0,67}^{+0,07}$ мм длиной 302 мм	31
1.11.2 Расчет и конструирование шпоночной фрезы для фрезерования шпоночного паза шириной $16^{+0,035}$ мм длиной 165 мм	33
1.11.3 Расчет и конструирование спирального сверла диаметром 6,8 мм для сверления глухого отверстия глубиной 30 мм	36
1.12 Выбор, конструирование и расчет контрольного приспособления	38
1.12.1 Расчет калибра-скобы для контроля наружной поверхности диаметром $50_{+0,003}^{+0,020}$ мм	38

1.12.2 Выбор приспособления для контроля радиального биения	39
2 ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ	40
2.1 Организация технического контроля	40
2.2 Организация инструментального хозяйства	41
2.3 Организация ремонта оборудования на участке	42
2.4 Организация транспортировки изделий на участке	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	44
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	45
ПРИЛОЖЕНИЯ	46

Схема расположения припусков, допусков и предельных размеров на обработку наружной цилиндрической поверхности (а) и отверстия (б)

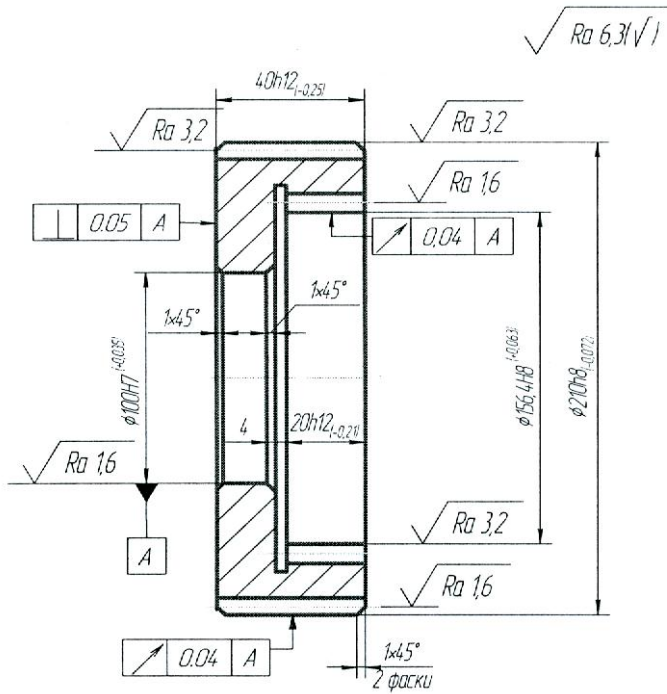


а

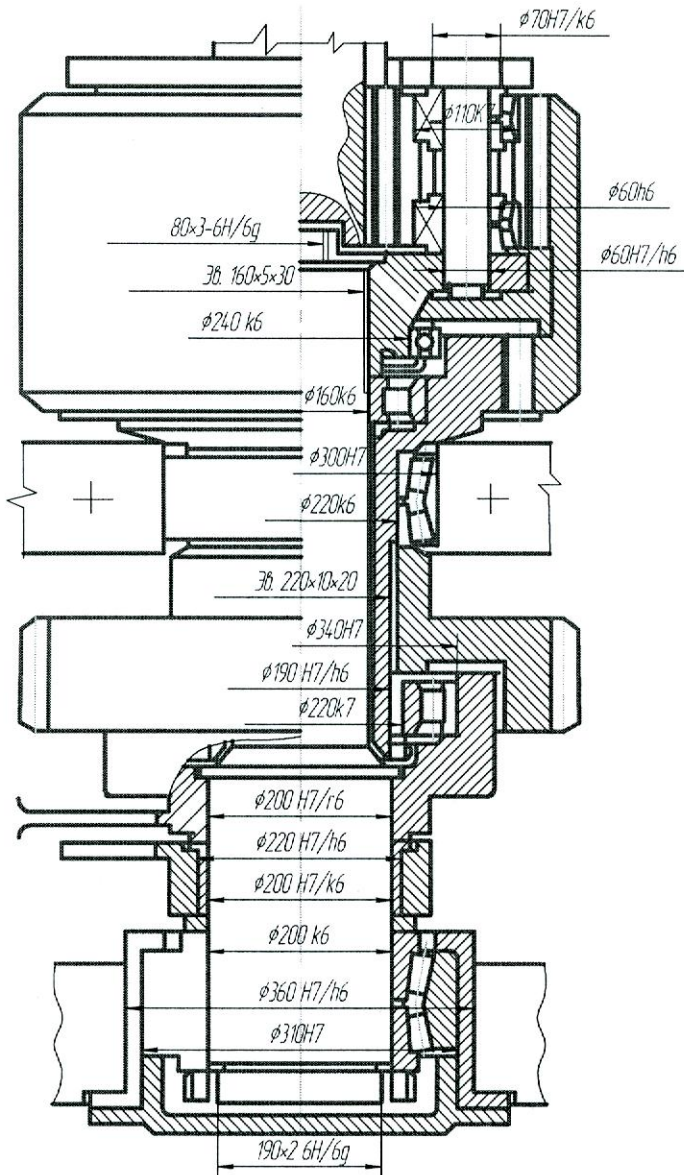


б

Обозначение шероховатости и поверхности и предельных отклонений



Нанесение посадок по СТ СЭВ 144-75 и СТ СЭВ 144-75



Размещение эскизов механической
обработки на формате А1

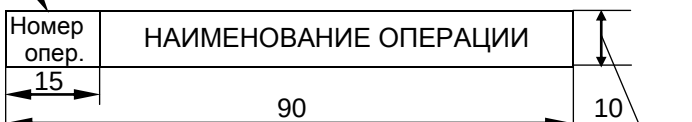
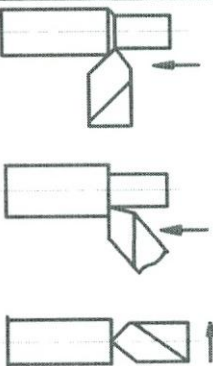
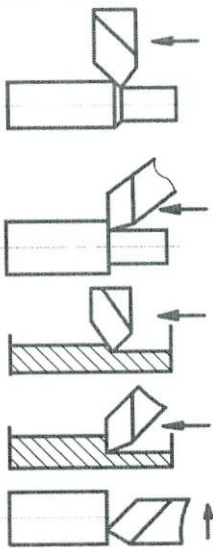
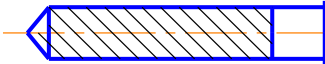
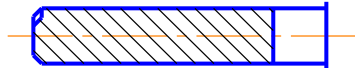
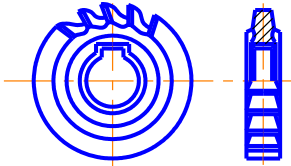
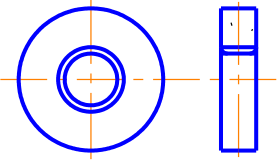


Таблица режимов резания

185								
	10	36	18	18	18	18	18	15
1	2	3	4	5	6	7	8	20
Наименование и модель станка	Номер перехода	Наименование и материал режущего инструмента	V , м/с	n	t , мм	S	T_M , мин	

Размерность в графе 5 проставляется в зависимости от вида обработки – об/мин или дв.х./мин. Размерность в графе 7 проставляется в зависимости от вида обработки – мм/об или мм/мин.

Упрощенное изображение резцов		
Наименование инструмента	Изображение	Примеры применения
Проходные прямые правые токарные с углом $\varphi=45^\circ$ и $\varphi=60^\circ$; токарно-револьверные с $\varphi=45^\circ$ и державочные с углами $\varphi=45^\circ$ и $\varphi=60^\circ$ для прямого и косого крепления (15 и 30°); револьверные торцевые с углами		
Проходные прямые левые автоматные и токарно-револьверные с $\varphi=45^\circ$ и державочные с $\varphi=45^\circ$ для прямого и косого крепления (30°); упорные для косого крепления; державочные расточные с $\varphi=45^\circ$ для прямого и косого крепления (30 и 45°); револьверные торцевые с $\varphi=45^\circ$ и $\varphi=60^\circ$; державочные расточные упорные для косого крепления (30 и 45°)		

Упрощённое изображение металлорежущего инструмента	
Наименование	Изображение
Свёрла спиральные	
Зенкеры	
Свёрла центровочные комбинированные	
Зенковки центровочные для центровых отверстий	
Метчик	
Фрезы	
Круг шлифовальный	

Условное обозначение опор и зажимов

Наименование	Обозначение	
	Вид спереди	Вид сверху
Центры вращающиеся		
Центры плавающие		
Опоры, регулируемые само-устанавливающиеся, подво-димые одиночные		
Опоры заблокированные		
Опоры призматического типа		
Опоры плавающие		
Патроны двух-, трёх- и четырёхкулачковые, цанговые, оправки разжимные		
Патроны шариковые, роликовые		
Патроны поводковые		
Ленты подвижные		

Наименование	Обозначение	
	Вид спереди	Вид сзади
<i>Центры гладкие</i>		
<i>Центры рифленные</i>		
<i>Штыри, пальцы, пластины</i>		
<i>Оправки цилиндрические</i>		
<i>Оправки конические</i>		
<i>Опоры призматического типа</i>		
<i>Ланеты</i>		
<i>Зажим одиночный механический</i>		
<i>Зажим сблокированный двойной механический</i>		
<i>Зажим гидравлический</i>		
<i>Зажим пневматический</i>		
<i>Зажим магнитный и электромагнитный</i>		

Приложение 10

Классификация технологических операций механической обработки резанием (по ГОСТ 17420-72)

Код	Наименование операции	Определение
4110	Токарная	Операция, выполняемая соответственно на станках токарной, сверлильной, шлифовальной, зубообрабатывающей, строгальной, долбежной, протяжной, отделочной, расточной, фрезерной, и отрезной группы
4120	Сверлильная	
4130	Шлифовальная	
4150	Зубообрабатывающая	
4170	Строгальная	
4175	Долбежная	
4180	Протяжная	
4190	Отделочная	
4220	Расточная	
4260	Фрезерная	
4280	Отрезная	
4111	Токарно-револьверная	
4113	Токарно-карусельная	
4114	Токарно-винторезная	
4115	Лоботокарная	
4116	Токарно-затылочная	Операция, выполняемая соответственно на станках токарной группы
4112	Автоматная токарная	
4117	Токарно-копировальная	Операция, выполняемая на горизонтально-токарных и вертикально-токарных автоматах и полуавтоматах
		Операция, выполняемая на токарно-копировальном станке или полуавтомате
4118	Специальная токарная	Операция, выполняемая на специальных токарных станках
4101	Агрегатная	Операция, выполняемая на автоматической станочной линии
4102	Автоматно-линейная	
4103	Программно-комбинированная	Операция, выполняемая на станке с программным управлением и автоматической сменой инструмента из магазина инструментов

Код	Наименование операции	Определение
4121	Вертикально-сверлильная	Операция, выполняемая соответственно на сверлильных станках с горизонтальным и вертикальным
4122	Горизонтально-сверлильная	
4123	Радиально-сверлильная	Операция, выполняемая на радиально-сверлильном и портально-сверлильном станках
4124	Центровальная	Операция, выполняемая на центровальном станке
4128	Сверлильно-центровальная	Центровальная операция, выполняемая на сверлильном станке
4131	Круглошлифовальная	Операция, выполняемая на станках шлифовальной группы
4132	Внутришлифовальная	
4133	Плоскошлифовальная	
4134	Бесцентрово-шлифовальная	
4135	Резьбошлифовальная	Операция, выполняемая на специальных шлифовальных станках
4136	Координатно-шлифовальная	
4137	Обдирочно-шлифовальная	
4138	Ленточно-шлифовальная	
4139	Шлифовально-затылочная	
4141	Заточная	
4142	Специальная шлифовальная	
4144	Шлицешлифовальная	
4145	Торцешлифовальная	
4147	Карусельно-шлифовальная	
4149	Центрошлифовальная	Операция, выполняемая соответственно на станках зубообрабатывающей группы
4151	Зубошлифовальная	
4152	Зубодолбежная	
4153	Зубофрезерная	
4154	Зубострогальная	
4155	Зубопротяжная	
4156	Зубозакругляющая	
4157	Зубошевинговая	

Код	Наименование операции	Определение
4158	Зубопритирочная	Операция, выполняемая на станках для обработки реек, червяков, червячных колёс и глобоидальных пар
4159	Зубоприрабатывающая	
1461	Зубообкатывающая	
4162	Специальная зубообкатывающая	
4171	Продольно-строгальная	Операция, выполняемая соответственно на станках строгальной группы
4172	Поперечно-строгальная	
4181	Горизонтально-протяжная	Операция, выполняемая на станках протяжной группы
4182	Вертикально-протяжная	
4221	Горизонтально-расточная	Операция, выполняемая на станках расточной группы
4222	Вертикально-расточная	
4223	Координатно-расточная	Операция, выполняемая на станках фрезерной группы
4224	Алмазно-расточная	
4261	Вертикально-фрезерная	Операция, выполняемая на станках фрезерной группы
4262	Горизонтально-фрезерная	
4263	Продольно-фрезерная	
4264	Карусельно-фрезерная	
4265	Барабанно-фрезерная	
4266	Универсально-фрезерная	
4267	Копировально-фрезерная	
4268	Гравировально-фрезерная	
4269	Фрезерно-центральная	
4271	Шпоночно-фрезерная	
4272	Резьбофрезерная	
4273	Специальная фрезерная	
4280	Отрезная	Операция, выполняемая на станках отрезной группы
4281	Ножовочно-отрезная	
4282	Ленточно-отрезная	
4283	Токарно-отрезная	
4284	Фрезерно-отрезная	
4285	Пило-отрезная	
4286	Абразивно-отрезная	

Приложение 11

ГОСТ 31118-82 Форма 1									
Дубль									
Взят									
Подан									
						1	2	1	
Разработ	user/441.12		29.04.2015	АСКОН		1	АСКОН 10100		
Проверил									
Утвердил									
Н. контр.				Ось					
M 01	Круг В1-100 ГОСТ 2590-2006/40X-1-10 ГОСТ 4543-71								
	Код	FB	MD	EN	Н. расч.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД
M 02		K2		1			Прокат	1	M3
A	Цех	Уч	ЕМ	Опер	Код наименования операции		Обозначение документа		
B	Код наименования оборудования				СМ	Проф	P	УТ	КР
A03	005 4285 Пила-отрезная								
B04	Ленточно-отрезной станок 85545						1	1	1
A05	010 4269 Фрезерно-центральная								
B06	Фрезерно-центральный 2Г942						1	1	1
A07	015 4114 Токарно-винторезная								
B08	Токарно-винторезный станок 16K20						1	1	1
A09	020 0101 Разметка								
B10							1	1	1
A11	030 4153 Зубофрезерная								
B12	Вертикальный зубофрезерный полциатомат для цилиндрических колес 5K3284						1	1	1
A13	035 5030 Закалка								
B14							1	1	1
A15	040 4131 Круглошлифовальная								
B16	Круглошлифовальный станок 3У42						1	1	1
МК	Маршрутная карта								2

Учебное издание

Александр Викторович АНЦУПОВ
Марина Викторовна НАЛИМОВА
Николай Николаевич ОГАРКОВ

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

Учебное пособие

Редактор Н.П. Боярова
Компьютерная верстка А.А. Нерода

Подписано в печать 21.03.2017. Рег. № 15-17. Формат 60х84/16. Бумага тип. № 1.
Плоская печать. Усл. печ. л. 3,00. Тираж 50 экз. Заказ 105.



Издательский центр ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»
455000, Магнитогорск, пр. Ленина, 38
Участок оперативной полиграфии ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»