

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Технология машиностроения»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА»
(для студентов специализации «Мехатроника» специальности 6.050503
«Инженерная механика»)

Утверждено на заседании кафедры
«Технология машиностроения»
Протокол № 15 от 07.05.2014 г.

Рекомендовано к изданию
учебно-издательским советом
ДонНТУ

Донецк – 2014

УДК 621.75.008

Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Технологическая подготовка производства» (для студентов специальности «Мехатроника» специальности 6.050503 «Инженерная механика»)/ И.А.Горобец, Н.В. Голубов. – Донецк: ДонНТУ, 2014 - 29 с.

В методических указаниях приведен материал для выполнения разделов курсового проекта по курсу технологическая подготовка производства. Рассмотрена структура технологической части проекта, даны рекомендации по разработке технологических процессов, выбора технологического оборудования, режущего инструмента, режимов резания, определения норм времени. Даны рекомендации по оформлению пояснительной записки, технологической документации и карт наладок.

Методические указания предназначены для студентов специальности «Мехатроника» специальности 6.050503 «Инженерная механика».

Составители

Горобец И.А., проф.
Голубов Н.В., ст.пр.

Отв. за выпуск

Михайлов А.Н., проф.

Рецензент

Калафатова Л.П., проф.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	4
2. ТЕМАТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	4
3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ, ОБЪЕМ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА.....	5
4. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА И ВЫПОЛНЕНИЯ ЕГО РАЗДЕЛОВ.....	5
4.1 Анализ технологичности конструкции детали.....	7
4.2 Выбор метода получения заготовки.....	8
4.3 Назначение припусков на механическую обработку.....	8
4.4 Разработка маршрута обработки поверхности.....	9
4.5 Разработка маршрута обработки детали.....	10
4.6 Разработка операционного технологического процесса.....	11
4.7 Заключение.....	15
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	16
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	17
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Правила заполнения документов на технологические процес- сы и операции обработки резанием.....	17
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Бланки технологической документации.....	27

Курсовой проект является самостоятельной работой студентов, направленной на получение навыков в вопросах разработки технологического процесса механической обработки деталей машин.

За принятые в проекте технологические решения отвечает студент – автор проекта.

Руководитель проекта отвечает за методическое руководство проектом и за соответствие его требованиям настоящих методических указаний.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Цель курсового проекта – получение навыков в разработке технологического процесса механической обработки деталей с использованием САПР-Т.

Задачи курсового проекта:

- приобрести практические навыки разработки маршрутов обработки поверхностей и деталей,
- разработки эскизов обработки,
- определения норм времени на выполнение операций механической обработки.
- анализ служебного назначения детали;
- анализ технологичности детали;
- выбор метода и способа получения заготовки;
- выбор технологического оборудования для механической обработки;
- выбор режущего инструмента;
- выбор режимов резания;
- нормирование технологических операций;
- разработка чертежа заготовки и технологических карт наладок;
- разработка технологической документации.

Курсовой проект должен быть выполнен в соответствии с требованиями настоящих методических указаний и действующих стандартов.

2. ТЕМАТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Темой курсового проекта является разработка технологического процесса изготовления одной или нескольких однотипных деталей средней сложности типа «вал», «ось», «зубчатое колесо», «корпус» и т.д.

Технологический процесс должен состоять из 6-8 операций, требующих применения различных видов механической обработки.

Программу выпуска деталей устанавливает руководитель курсового проекта. Задание на выполнение курсового проекта оформляется на специальном бланке и выдается студенту. Бланк задания подшивается в записку.

Деталь на курсовой проект может быть выбрана студентом самостоятельно и согласована с руководителем или выдана руководителем проекта.

3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ, ОБЪЕМ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА

Исходными данными и руководящими материалами для работы над курсовым проектом являются:

1. Рабочий чертеж детали и технические требования к ней.
2. Условная годовая программа выпуска детали.

Курсовой проект содержит графическую часть и пояснительную записку.

Графическая часть содержит:

- 1) чертеж детали – формат А2-А3 (ориентировочно);
- 2) чертеж заготовки – формат А3;
- 3) технологические карты наладок на 4 различные операции – 4 листа формата А3.

Форматы чертежей могут быть изменены в зависимости от сложности детали, заготовки и карт наладок, с сохранением полного объема графической части проекта на уровне 2-х листов формата А1.

Пояснительная записка объемом 20-30 листов формата А4 должна содержать все необходимые разделы курсового проекта, дающие обоснование принятым в проекте решениям. В приложения пояснительной записки выносятся комплект технологической документации включающий в себя :

1. Маршрутные карты технологического процесса;
2. Операционные карты технологического процесса;
3. Карты эскизов.

Курсовой проект выполняется поэтапно в следующей последовательности:

1. Привести описание конструкции и служебного назначения детали.
2. Произвести технический контроль чертежа детали, выполнить анализ технологичности конструкции детали. Выполнить чертеж детали.
3. Обосновать выбор метода получения заготовки.
4. Определить припуски на механическую обработку. Выполнить чертеж заготовки.
5. Разработать маршрутный технологический процесс обработки детали, занести его в маршрутные карты, используя средства САПР-Т.
6. Разработать операционный технологический процесс с использованием САПР-Т.
7. Определить расчетом режимы обработки на два перехода различных операций, на остальные операции – с использованием средств САПР-Т.
8. Определить нормативы трудоемкости на одну операцию расчетом , на остальные операции - с использованием средств САПР-Т.
9. Заполнить операционные карты и карты эскизов с использованием средств САПР-Т.
10. Выполнить карты наладок на 4 операции с использованием САД систем.

4. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА И ВЫПОЛНЕНИЯ ЕГО РАЗДЕЛОВ

Оформление пояснительной записки выполняется в соответствии с требованиями ДСТУ 3008-95.

Пояснительную записку оформляют на листах формата А4 (210x297 мм). Допускается использование формата А3 (297x420 мм) в случае, когда это необходимо.

Пояснительную записку выполняют рукописным, машинным (при помощи компьютерной техники) способом на одной стороне листа белой бумаги.

Пояснительная записка должна быть разделена на:

- вводную часть;
- основную часть;
- приложения (при необходимости).

Вводная часть содержит следующие структурные элементы:

- обложку;
- титульный лист;
- задание и календарный план;
- реферат;
- содержание;

Основная часть пояснительной записки

Основная часть должна содержать:

- введение;
- суть проекта (работы);
- выводы;
- перечень ссылок;
- приложения.

Приложения размещают после основной части пояснительной записки.

Графическая часть является итогом творческого труда и представляется в виде чертежей с необходимыми размерами, полученными на основе выполненных расчетов, но может носить и иллюстрационный характер.

Оформление чертежей должно соответствовать требованиям стандартов «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД).

Чертежи, выполненные машинным способом должны соответствовать ГОСТ 2.004-88 ЕСКД «Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ».

Все чертежи должны быть снабжены надписями в соответствии с ГОСТ 2.104-68.

Надписи на чертежах должны выполняться чертежными шрифтами по ГОСТ 2.304-81.

Оформление технологической документации должно соответствовать требованиям стандартов «Единой системы технологической документации» (ЕСТД). Правила заполнения технологической документации приведены в приложении А. Бланки документации, необходимой для выполнения курсового проекта, приведе-

ны в приложении Б. Примеры заполнения технологической документации приведены в приложении В.

Примеры выполнения карт наладок приведены в приложении Г.

4.1 Анализ технологичности конструкции детали

Первым этапом анализа технологичности является ознакомление с чертежом детали, чертежом сборочного узла, в который входит деталь, и техническими требованиями.

При выполнении анализа технологичности необходимо рассмотреть следующие вопросы:

1) Материал детали, его химический состав, физико-механические и технологические свойства.

2) Целесообразность замены данной детали сборочным узлом.

3) Выдержаны или нет требования стандартов при проектировании детали.

4) Термообработка для данной детали, ее влияние на свойства материала и возможность обработки детали резанием.

5) Позволяет ли конфигурация детали применение наиболее совершенных заготовок, сокращающее объем механической обработки (точное и кокильное литье, литье под давлением, горячая объемная штамповка, холодная штамповка различных видов и т.п.) без ущерба для служебного назначения детали?

6) Обеспечивает ли данная простановка размеров на чертеже детали возможность выполнения обработки по принципу автоматического получения размеров на настроенных станках, автоматах и полуавтоматах и совмещения конструкторских, технологических и измерительных баз?

7) Возможность применения совершенных и производительных методов механической обработки (обработка многоинструментальными наладками, фасонным и многолезвийным инструментом, накатывание резьбы и шлицев, применение агрегатных и специальных станков и автоматов, поточных и автоматических линий) при производстве анализируемой детали. Отсутствие ограничений конструкции детали для применения высоких режимов резания?

8) Возможность использования стандартной технологической оснастки при изготовлении детали.

9) Обеспечены ли условия для врезания и выхода режущего инструмента, доступа ко всем элементам детали для обработки и измерений?

10) Соответствие формы и размеров поверхностей детали стандартному инструменту?

11) Обоснованность допустимых отклонений от правильных геометрических форм?

12) Соответствие допустимых пространственных отклонений возможностям изготовления без усложнения технологического процесса?

13) Не возникает ли технологических трудностей при выдерживании заданных допусков на размеры и требуемой шероховатости?

14) Имеются ли в конструкции детали нетехнологичные элементы.

4.2 Выбор метода получения заготовки

Заготовкой, согласно ГОСТ 3.1109—82, называется предмет труда, из которого изменением формы, размеров, свойств поверхности и (или) материала изготавливают деталь.

Выбрать заготовку - это, значит, определить ее рациональный вид, определяющий конфигурацию заготовки, напуски, уклоны, толщину стенок, размеры отверстий, припуски на обработку, размеры заготовки, допуски на точность их выполнения, назначить технические условия на выполнение заготовки и выбрать оборудование.

Факторы, влияющие на выбор процесса и метода изготовления заготовки.

1. Технологическая характеристика материала, его свойства, определяющие возможность применения литья, пластической деформации, сварки, порошковой металлургии.

2. Физико-механические свойства материала в процессе формоизменения.

3. Конструктивные формы, размеры детали, ее масса.

4. Объем выпуска.

5. Наличие технологического оборудования, литейного, кузнечного, сварочного и других производств, возможность получения заготовок от специализированных заводов по кооперации.

Чертеж заготовки оформляют в соответствии с ГОСТ 3.1126, ГОСТ 2.308—79, ГОСТ 8479—70 в процессе выполнения всех этапов работ.

На чертеже заготовка показывается в том положении, в котором находится в технологической оснастке при получении заготовки. Чертеж должен содержать все данные, необходимые для изготовления, контроля и приемки. Исходным документом является чертеж готовой детали. На чертеже заготовки тонкими сплошными линиями указывают контур обрабатываемых поверхностей, а также отверстий, впадин и выточек, не выполняемых литьем.

На чертеже условными обозначениями показываются черновые базы и плоскость разъема формы или штампа. Проставляются все размеры заготовки. Над размерной линией проставляются размеры заготовки с отклонениями, под размерной линией в скобках – соответствующие размеры детали.

В технических требованиях на заготовку обязательно указывается:

1. Вид термообработки заготовки и получаемая твердость материала.

2. Параметры заготовки.

3. Неуказанные на чертеже штамповочные или литейные радиусы и уклоны.

4. Допускаемая величина смещения частей технологической оснастки и допускаемая величина остаточного облоя или элементов литниковой системы.

5. Способ очистки заготовки.

В основной надписи чертежа указывается наименование детали и метод получения заготовки.

4.3 Назначение припусков на механическую обработку

Припуски на механическую обработку отливок для различных способов литья определяются по ГОСТ 26645-85, а для штампованных поковок по ГОСТ 7505-89.

Выбор диаметра заготовки для деталей, изготавливаемых из круглого сортового проката, производят по [1].

Размер заготовки A определяют как сумму номинального размера готовой детали a и величины припуска Z .

$$A = a + Z$$

Допуски на размеры заготовки устанавливаются по указанным выше стандартам, а для заготовок из круглого сортового проката по ГОСТ 2590-71. После определения размеров заготовки разрабатывают эскиз заготовки и технические условия на ее изготовление.

4.4 Разработка маршрута обработки поверхности (МОП)

В практике разработки технологических процессов изготовления деталей машин используют различные пути. В проекте используют путь определения числа ступеней и методов обработки на основе использования типовых планов обработки, рекомендуемых справочниками и технологической литературой. В справочнике [2] приводятся таблицы точности обработки, позволяющие разработать МОП.

Как правило, для достижения одной и той же конечной цели возможны несколько вариантов МОП. При этом число переходов при обработке каждой поверхности в разных вариантах может быть разным. Предпочтение отдают тому МОП, который обеспечивает наикратчайший путь достижения цели, т.е. необходимо стремиться к наименьшему числу переходов.

В то же время возможные варианты МОП проверяют на технологическое совмещение и возможность применения этих решений для других поверхностей того же типа. При этом желательно, чтобы в маршрутах обработки разных поверхностей, которые принадлежат одной детали, повторяемость методов обработки была максимальной. Это уменьшает номенклатуру режущего инструмента и дает возможность проектировать технологические процессы по принципу концентрации с максимальным совмещением переходов обработки различных поверхностей, уменьшает число установов, увеличивает производительность и точность обработки.

Каждому методу обработки по таблицам точности соответствует определенный диапазон квалитетов точности размеров, степеней точности формы, параметров шероховатости поверхности. Для черновых переходов обработки это в первую очередь связано с точностью исходной заготовки, для чистовых – с точностью выполнения предшествующих переходов обработки и с условиями осуществления данного перехода.

Точность на каждом последующем переходе обработки данной элементарной поверхности обычно повышается на черновых переходах на один-три квали-

тета или на одну- три степени точности, на чистовых – на один-два качества точности размера или одну-две степени точности формы обрабатываемой поверхности.

Результаты разработки МОП оформляются табл. 4.1.

Таблица 4.1 - Результаты разработки МОП

№ п/п	Конструктивный размер элементарной поверхности	Технологические переходы по обработке элементарной поверхности	Достижимый квалитет точности	Шероховатость R_a , мкм
1.	Ø16H8	Сверление	12	6,3
		Зенкерование	10	3,2
		Развертывание	8	1,6

4.5 Разработка маршрута обработки детали

Используя результаты разработки МОП, привести перечень операций технологического процесса в их технологической последовательности. При этом необходимо руководствоваться следующими правилами [3]:

1. Операции должны быть одинаковы или кратными по трудоемкости.
2. Каждая последующая операция (переход) должна уменьшать погрешности и улучшать качество поверхности.
3. В первую очередь следует обрабатывать поверхности, которые будут служить технологическими базами на последующих операциях.
4. В целях своевременного выявления брака по раковинам и другим дефектам необходимо предусматривать первоочередную обработку поверхностей, на которых не допускаются дефекты. Так как с этих поверхностей обычно снимают наибольшие слои металла, то тем самым достигается и перераспределение внутренних напряжений заготовок.
5. Обработку сложных поверхностей, нуждающихся в особой наладке станка, следует выделять в самостоятельные операции. Например, нарезание резьбы резцами, обработка фасонных поверхностей по копиру и т.п.
6. Черновую и чистовую обработки заготовок со значительными припусками необходимо выделять в отдельные операции.
7. Отделочные операции производить в конце технологического процесса, так как при этом уменьшается опасность повреждения чисто обработанных поверхностей.
8. Обработку поверхностей с точным взаимным расположением следует по возможности включать в одну операцию и выполнять в одном установе.
9. Обработку ступенчатых поверхностей выполнять в такой последовательности, при которой общая длина рабочих перемещений ржущего инструмента будет наименьшей.
10. Переходы в операции располагать так, чтобы путь менее стойких инструментов был наименьшим. Например, при обработке из прутка деталей с от-

верстие перед отрезкой выполнять сверление; обработку ступенчатых отверстий в сплошной заготовке начинать сверлом большего диаметра, затем меньшего.

11. При определении последовательности переходов предусматривать опережающее выполнение тех, которые подготавливают возможность осуществления следующих за ними переходов. Например, обработку деталей в патроне следует начинать с подрезки торца, который будет служить измерительной базой при отсчете размеров по длине, то же следует выполнять перед сверлением или центрованием.

12. Последовательность обработки должна обеспечивать требуемое качество выполнения детали. Например, при обработке тонкостенной втулки в кулачковом патроне вначале необходимо расточить отверстие, а затем обточить наружную поверхность на оправке; фаски обрабатывать перед окончательной обработкой точных поверхностей; на участке к детали, где наносятся рифления, фаски и канавки протачивать после рифления.

13. Число применяемых в операции резов (инструментов) не должно превышать числа одновременно закрепляемых в резцедержателе (револьверной головке).

14. При определении последовательности выполнения черновых и чистовых обработок следует учитывать, что совмещение их на одних и тех же станках приводит к снижению точности обработки вследствие повышенного изнашивания станков на черновых операциях.

15. В первую очередь следует обрабатывать поверхности, при удалении припуска с которых в наименьшей степени снижается жесткость заготовки. Например, при обработке ступенчатых валов вначале обрабатывают ступени большего диаметра, а затем меньшего.

16. Если деталь подвергают термической обработке, то механическую обработку расчленяют на две части: до термической обработки и после нее.

Рекомендуемые правила требуют творческого подхода в каждом конкретном случае, так как они не являются догмами, а должны использоваться с учетом применяемого оборудования и типа производства.

Результаты разработки маршрута обработки детали оформляются табл. 4.2.

Таблица 4.2 – Маршрут обработки детали

№ операции	Технологическая операция	Элементарная поверхность							
		Ø50	l20	Ø32H8	Ø30f8	Ø16H8	1x45°	l50	...
	Токарно-винторезная	x	x	x	x	x	x	x	

4.6 Разработка операционного технологического процесса

4.6.1 Выбор оборудования

При выборе модели станка, в том числе и при использовании средств САПР-Т, необходимо руководствоваться следующими требованиями:

- размеры рабочей зоны оборудования должны соответствовать габаритным размерам обрабатываемых заготовок. Например, для токарных станков основными размерами рабочей зоны являются высота центров и расстояние между центрами;

- выбранная модель станка должна обеспечивать заданные точность и качество обрабатываемых поверхностей;

- мощность, жесткость и кинематическая схема оборудования должна обеспечить высокопроизводительные оптимальные режимы обработки;

- требуемая производительность оборудования должна соответствовать заданной программе выпуска (типу производства).

4.6.2 Выбор приспособления

Одна из важнейших задач разработки технологических процессов – выбор конструкции и вида приспособления. Приспособление – технологическая оснастка, предназначенная для закрепления заготовки при выполнении технологической операции.

В условиях мелкосерийного производства, например, для токарных работ используют универсальные приспособления: центра, патроны различных типов (2-х и 3-х кулачковые самоцентрирующие 4-х кулачковые с независимым перемещением кулачков, поводковые, различного рода оправки, хомутики). Выбор универсальных приспособлений производится по соответствующим стандартам [1]. Результатом выбора приспособления является указание наименования приспособления, восьмизначного кода приспособления и стандарта. Например, патрон 7102-0001 ГОСТ14903-69.

4.6.3 Выбор режущего инструмента

При выборе типа и конструкции режущего инструмента следует учитывать характер производства, метод обработки, тип металлорежущего станка, размер, конфигурацию и материал заготовки, требуемое качество обрабатываемой поверхности, точность обработки.

В условиях мелкосерийного производства, например, для токарных работ применяют преимущественно нормализованный инструмент: резцы и осевой инструмент (сверла, зенкера, развертки, метчики), плашки и т.п.

Резцы – наиболее распространенный вид режущего инструмента, применяемый при обточке, расточке, подрезке, отрезке, резьбонарезании [1, 4,5]. Не меньшее распространение при токарной обработке получили сверла, зенкера, развертки [1,4,5].

Выбрать режущий инструмент - это значит указать наименование инструмента, восьмизначный код, марку режущего материала и стандарт инструмента. Например: резец 2142-0147 ВК8 ГОСТ 9795-84; сверло 2301-3395ГОСТ 12121-77.

При использовании САПР-Т обозначение инструмента формируется системой автоматически.

4.6.4 Содержание технологической операции

Содержание операции следует записать по нижеприведенному образцу

10. Токарно-винторезная

А. Установить и снять заготовку.

1. Подрезать торец $\varnothing 30f9/\varnothing 16H8$.
2. Сверлить отверстие $\varnothing 16H8$ до $\varnothing 13,5$.
3. Зенкеровать отверстие $\varnothing 16H8$ до $\varnothing 15,75$.
4. Развернуть отверстие $\varnothing 16H8$.
5. Точить поверхность $\varnothing 30f9$ предварительно.
6. Точить поверхность $\varnothing 30f9$.

Формулировка содержания и правила записи операций (переходов) обработки резанием установлены ГОСТ 3.1702-79, основные выдержки из указанного стандарта приведены в [3].

Для каждого технологического перехода разработать эскиз с указанием размеров и отклонений обрабатываемых поверхностей, шероховатости.

4.6.5 Выбор режимов резания

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования. Режимы резания обычно устанавливают в следующем порядке: глубина резания t , подача S , скорость резания V , частота вращения шпинделя n .

Глубину резания выбирают исходя из того, что выгоднее работать с возможно меньшим числом проходов. Поэтому, если позволяет мощность станка и жесткость системы СПИД, припуск на черновую обработку следует снимать за один рабочий ход. При достижении высокой точности обработки поверхности глубину резания рекомендуют назначать: на черновую обработку 60% припуска, на получистовую – 25%, на чистовую – 15%.

Подачу S и скорость резания V выбирают по нормативам [6]. Частоту вращения шпинделя определяют по формуле

$$n = \frac{1000V}{nD}, \text{ м/мин}$$

где D – диаметр обрабатываемой поверхности при точении и сверлении или диаметр заготовки при растачивании и подрезке торца, мм.

Выбранный режим резания корректируется по паспортным данным станка. При проведении расчетов в модулях САПР-Т, выбор параметров обработки производится автоматически, а результаты переносятся в формируемую документацию.

4.6.6 Определение нормы времени на выполнение операции

Технической нормой времени называется регламентированное и научно-обоснованное время выполнения технологической операции в определенных организационно-технических условиях, наиболее благоприятных для данного производства.

Для определения нормы времени необходимо знать условия выполнения операции и все рабочие приемы и элементы, которые выполняет станочник и оборудование.

При обработке партии деталей станочник выполняет следующие рабочие приемы и элементы:

- получение задания в начале смены, знакомство и изучение его;
- получение заготовок, приспособлений, режущего и мерительного инструмента;
- установка и настройка приспособления;
- установка и настройка режущих инструментов;
- установка и закрепление детали;
- подвод инструмента в исходное положение и установка и его на размер, установка режима обработки;
- включение станка, включение подачи;
- обработка поверхности снятием или без снятия слоя материала;
- выключение подачи, отвод инструмента от обрабатываемой заготовки и возвращение его в исходное положение, выключение станка;
- измерение обрабатываемой поверхности;
- раскрепление и снятие обработанной детали;
- изменение режимов резания, если это необходимо для выполнения следующего перехода;
- уборка стружки, смазка частей станка, если это необходимо;
- поднастройка системы СПИД при необходимости;
- снятие затупившегося инструмента и установка нового;
- сдача инструмента, приспособлений, готовых деталей в конце смены;
- уборка рабочего места в конце смены.

Техническая норма времени определяется штучным $T_{шт}$ и штучно-калькуляционным $T_{шт.к}$:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{обс} + T_{отд}, \text{ мин}$$

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n}, \text{ мин}$$

где T_o – основное (машинное) время; $T_{всп}$ – вспомогательное время; $T_{обс}$ – время на организационное и техническое обслуживание рабочего места; $T_{отд}$ – время перерывов на отдых и естественные надобности; $T_{п.з}$ – подготовительно-заключительное время; n – количество деталей в партии запуска.

Основное время определяется по формуле (при точении, сверлении, фрезеровании)

$$T_o = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot S} \cdot i, \text{ мин}$$

где l – длина обрабатываемой поверхности; l_1 – величина врезания инструмента; l_2 – величина перебега инструмента; i – число проходов. l_1 и l_2 определяется по нормативам [1, 7]. По нормативам [7] определяются $T_{всп}$, $T_{обс}$, $T_{отд}$, $T_{п.з}$.

Для подсчета вспомогательного времени на операцию рекомендуется пользоваться табл. 4.3.

Таблица 4.3 – Вспомогательное время на операцию

Элементы вспомогательного времени	Переходы				
	A	1	2	3	<i>n</i>
1. Время на установку и снятие заготовки					
2. Время, связанное с переходом					
3. Время, связанное с переходом, не вошедшее в комплекс					
- повернуть резцовую головку					
- изменить <i>S</i>					
- изменить <i>n</i>					
4. Время на измерение					
Итого по переходам					

При проведении расчетов в модулях САПР-Т, нормирование труда производится автоматически, а результаты переносятся в формируемую документацию.

4.7 Заключение

В заключении по курсовому проекту приводятся основные результаты проделанной работы, указываются технологические решения, позволяющие изготавливать деталь по более рациональной технологии в условиях принятого типа производства.

Литература

В конце пояснительной записки приводится список литературы, использованной студентом при разработке технологического процесса механической обработки детали.

Список составляется в той последовательности, которая определяется ходом курсового проекта. Ссылки на литературные источники даются согласно действующим стандартам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В2-х т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. 4-е изд., перераб. и доп. – М: Машиностроение, 1985. – 496с.
3. Балабанов А.Л. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 464с.
4. Справочник инструментальщика /И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др.: Под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1987. – 846с.
5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. 4 -е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
6. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. -М.: Машиностроение, 1974. ч.1 416 с. ч2. 200с.
7. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. М.: Машиностроение, 1974, 422с.
8. Технология машиностроения / Под общ. ред. С.А. Картавова. - Киев: Техника, 1965. –527с.

Приложение А

Правила заполнения документов на технологические процессы и операции обработки резанием

Требования к оформлению текстовых документов

К текстовым документам относятся документы, содержащие в основном сплошной текст и текст, разбитый на графы.

Общие требования к оформлению текстовых документов по ГОСТ 2.105—79.

В текстовых документах, текст которых разбит на графы, допускается выделять разделы и подразделы.

Наименования разделов и подразделов записывают в виде заголовков и подзаголовков и при ходимости, подчеркивают.

Под заголовками и между разделами и подразделами следует оставлять свободные строки (одну-две строки).

При разработке текстовых документов в зависимости от типа и характера производства следует применять следующие виды описания процесса:

- маршрутное;
- операционное;
- маршрутно-операционное.

Вид описания технологических процессов устанавливается разработчиком в зависимости от установленного типа производства, в соответствии с требованиями нормативно-технических документов.

Для маршрутного и маршрутно-операционного описания рекомендуется использовать маршрутные карты (МК) ГОСТ 3.1118-82 формы 1 и 1б и карты технологического процесса (КТП) ГОСТ 3.1404-86 формы 1 и 1а. Для операционного описания технологического процесса рекомендуется использовать карты технологического процесса (КТП) ГОСТ 3.1404-86 формы 1 и 1а и операционные карты (ОК) ГОСТ 3.1404-86 формы 2, 3, 2а.

Запись данных в бланках следует производить в технологической последовательности выполнения операции, переходов, приемов работ и физические и химических процессов.

Операции следует нумеровать числами ряда арифметической прогрессии (5, 10, 15 и т. д.).

Допускается к числам добавлять слева нули (005, 010, 015 и т. д.).

Переходы следует нумеровать числами натурального ряда (1, 2, 3 и т. д.).

Установы следует нумеровать прописными буквами русского алфавита (А, Б, В и т. д.).

Размерные характеристики и обозначение обрабатываемых поверхностей указывают арабскими цифрами.

Для обозначения позиций и осей допускается применять римские цифры.

Требования безопасности труда (в том числе и требования о применении средств защиты работающих) в технологических документах должны быть изло-

жены в соответствии с нормативно-техническими и методическими документами Системы стандартов безопасности труда (ССБТ).

Обозначения единиц физических величин и счета следует записывать в головках граф. При необходимости допускается указывать обозначения в первой строке графы.

Поля текстовых документов, предназначенные для размещения графической информации (эскизов, схем, таблиц), допускается оформлять с поясняющими текстовыми данными (технические требования, примечания, таблицы размеров и т.п.). . .

Коды, наименования и обозначения данных следует записывать в соответствии с действующими государственными классификаторами технико-экономической информации, государственными стандартами и отраслевыми нормативно-техническими документами.

При операционном описании данные, вносимые по переходам в графу «Инструмент», допускается записывать с учетом следующих сокращений:

- при последовательном применении инструмента одного кода и наименования во всех переходах одной операции полную информацию о применяемом инструменте следует указывать только для перехода, где он впервые применяется, в следующем переходе в данной графе следует записывать «То же», далее - кавычки;

- при последовательном применении инструмента одного кода и наименования в разных переходах одной операции при повторении записи соответствующей информации следует дать ссылку на номер перехода, где впервые применен данный инструмент, например, «см. переход 1».

В переходе, где впервые применен данный инструмент, допускается указывать номера после дующих переходов, где этот инструмент применяется, например, «ШЦ 11—250—0,05 (для переходов 1, 3, 5, 8)».

Общие требования к формам, бланкам и документам – по ГОСТ 3.1104–81

Комплектность документов и правила оформления документов на единичные технологические процессы – по ГОСТ 3.1119–83.

Комплектность документов и правила оформления документов на типовые (групповые) технологические процессы (операции) – по ГОСТ 3.1121–84.

Правила записи содержания операций и переходов – по ГОСТ 3.1702–79.

Отражение требований по охране труда в документах – по ГОСТ 3.1120–83.

Запись информации в документах следует выполнять построчно с привязкой к соответствующим служебным символам.

Правила и порядок применения служебных символов М, А, Б, О и Т по ГОСТ 3.1118–82. (см. табл. А.1)

Таблица А.1 - Служебные символы

Обозначение служебного символа	Содержание информации, вносимой в графы, расположенные на строке
--------------------------------	--

1	2
А	Номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция, номер операции, код и наименование операции, обозначение документов, применяемых при выполнении операции (применяется только для форм с горизонтальным расположением поля подшивки)
Б	Код, наименование оборудования и информация по трудозатратам (применяется только для форм с горизонтальным расположением поля подшивки)
М	Информация о применяемом основном материале и исходной заготовке, информация о применяемых вспомогательных и комплектующих материалах с указанием наименования и кода материала, обозначения подразделений, откуда поступают материалы, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода
О	Содержание операции (перехода)
Т	Информация о применяемой при выполнении операции технологической оснастке
Р	Информация о режимах обработки.

Указание единиц величины в документах следует выполнять в заголовках или подзаголовках соответствующих граф при подготовке бланков к размножению.

Допускается указывать единицы величины параметров технологических режимов после их числовых значений

Содержание перехода в документах следует указывать по всей длине строки, с возможностью переноса информации на последующие строки.

При описании содержания перехода необходимо указывать данные по T_0 и T_B . Указание данных следует выполнять на уровне строки, где заканчивается описание содержания перехода.

Указание данных по технологическим режимам следует выполнять после записи состава применяемой технологической оснастки.

При указании данных по технологической оснастке следует руководствоваться требованиями соответствующих классификаторов, государственных и отраслевых стандартов на кодирование (обозначение) и наименование технологической оснастки, при этом информацию следует записывать в последовательности:

- приспособления;
- вспомогательный инструмент;
- режущий инструмент;
- средства измерения.

Запись информации следует выполнять по всей длине строки с возможностью переноса информации на последующие строки. Допускается обозначение каждой составной части технологической оснастки приводить на одной строке

В целях разделения информации по группам технологической оснастки и поиска необходимой информации допускается перед указанием состава применять условное обозначение их видов:

- приспособлений – ПР;
- вспомогательного инструмента–ВИ;
- режущего инструмента–РИ;
- средств измерений – СИ.

Разделение информации по каждому средству технологической оснастки следует выполнять через знак «;».

Количество одновременно применяемых единиц технологической оснастки следует указывать после кода (обозначения) оснастки, заключая в скобки. Допускается количество применяемых единиц технологической оснастки не указывать.

Графы форм документов следует заполнять в соответствии с табл. А.2. Бланки маршрутных и операционных карт и карт эскизов приведены в приложении Б.

Таблица А.2 – Содержание граф текстовых документов технологической документации

№ графы	Наименование графы	Содержание графы
1	2	3
1		Краткое наименование или условное обозначение предприятия (организации) разработчика документа
2		Обозначение документа по основному конструкторскому документу (чертежу)
3		Обозначение документа (технологического процесса)
4		Наименование изделия по основному конструкторскому документу (чертежу)
5		Номер операции (для МК можно не заполнять)
6	М01	Наименование, сортамент, размер и марка материала, ГОСТ, ТУ. Запись следует выполнять в одну строку с применением разделительного знака дроби «/»
7	Код	Код материала по кодификатору
8	ЕВ	Код единицы величины (массы, длины, площади и т. л.) детали, заготовки, материала по классификатору СОЕЙ. Допускается указывать единицы измерения величины
9	МД	Масса детали по конструкторскому документу
10	ЕН	Единица нормирования, на которую установлена норма расхода материала (1, 10, 100 и т. д. шт.)
11	Н. расх.	Норма расхода материала

12	КИМ	Коэффициент использования материала.
13	Код заготовки	Код заготовки по классификатору. Допускается указывать вид заготовки (отливка, прокат, поковка и т. п.)
14	Профиль и размеры	Профиль и размеры исходной заготовки. Информацию по размерам следует указывать исходя из условий имеющихся размеров заготовки (длины, ширины, высоты).
15	КД	Количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки
16	МЗ	Масса заготовки
17	Цех	Номер (код) цеха, в котором выполняется операция
18	Уч.	Номер (код) участка, конвейера, поточной линии
19	РМ	Номер (код) рабочего места
20	Опер.	Номер операции (процесса) в технологической последовательности изготовления детали (включая контроль и перемещение)
21	Код, наименование операции	Код операции по технологическому классификатору, наименование операции
22	Обозначение документа	Обозначение документов, инструкций по охране труда, применяемых при выполнении данной операции. Состав документов следует указывать через разделительный знак «;» с допущением размещения информации на последующих строках
23	Код, наименование оборудования	Код оборудования по классификатору, краткое наименование оборудования и инвентарный номер. Информацию следует указывать через разделительный знак «;». Допускается: - взамен краткого наименования оборудования указывать его модель; - инвентарный номер не указывать.
24	СМ	Степень механизации. Обязательность заполнения графы устанавливается отраслевыми нормативно-техническими документами (НТД)
25	Проф.	Код профессии по классификатору ОКПДТР
26	Р	Разряд работы, необходимый для выполнения операции по ОКПДТР
27	УТ	Код условий труда по классификатору ОКПДТР и код вида нормы
28	КР	Количество исполнителей, занятых при выполнении операции
29	КОИД	Количество одновременно обрабатываемых деталей Примечание. При выполнении процесса перемеще-

		ния следует указывать объем грузовой единицы (количество деталей в таре)
30	ЕН	Единица нормирования, на которую установлена времени (1, 10, 100 и т. д. шт.)
31	ОП	Объем производственной партии в штуках. На стадиях разработки предварительного проекта и опытного образца допускается графу не заполнять.
32	$K_{шт.}$	Коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании
33	$T_{пз.}$	Норма подготовительно-заключительного времени на операцию
34	$T_{шт}$	Норма штучного времени на операцию
35	Наименование операции	Наименование операции
36	Материал	Краткая форма записи наименования и марка материала по ГОСТ 3.1104-81
37	Твердость	Твердость материала заготовки, поступившей для обработки
38	Оборудование	Краткое наименование или модель оборудования. Для станков с ЧПУ следует дополнительно указывать вид устройства ЧПУ
39	Обозначение программы	Обозначение программы в соответствии с требованиями отраслевых НТД. Графу следует заполнять для станков с ЧПУ
40	T_o	Норма основного времени
41	T_v	Норма вспомогательного времени
42	СОЖ	Информация о применяемой смазывающе-охлаждающей жидкости
43	-	Норма вспомогательного времени на переход
44	-	Норма основного времени на переход
45	ПИ	Номер позиции инструментальной наладки. Графу следует заполнять для станков с ЧПУ
46	D или B	Расчетный размер обрабатываемого диаметра (ширины) детали
47	L	Расчетный размер длины рабочего хода, следует указывать с учетом величины врезания и перебега
48	t	Глубина резания, мм
49	i	Число проходов
50	s	Подача, мм/об
51	n	Число оборотов шпинделя в мин
52	v	Скорость резания, м/мин

Требования к графическим документам

К графическим документам относятся карты эскизов на изделия или их

составные части, эскизы на технологические установки и позиции, технологические карты наладки, технологические схемы (кинематические, гидравлические и т. п.). графики и т. п.

Графические изображения следует выполнять с целью наглядной и дополнительно информации к документам.

Графические изображения, выполненные на графопостроителях должны соответствовать требованиям и рекомендациям, предъявляемым к изображениям при автоматизированном проектировании.

Эскизы следует разрабатывать на технологические процессы, операции и переходы. Эскизы выполняются или на картах эскизов (КЭ) ГОСТ 3.1105-84 формы 7 и 7а, или в предназначенных для этого графах текстовых документов.

Эскизы следует выполнять с соблюдением масштаба или без соблюдения масштаба, но с примерным соблюдением пропорций, с указанием для изделий, сборочных единиц и деталей элементов обрабатываемых поверхностей и т. п.

Графические изображения следует выполнять с применением чертежного инструмента. Допускается выполнять изображения от руки.

Изображать изделия на эскизах необходимо в рабочем положении изделия на операции.





Изображения изделия на эскизе должны содержать размеры, предельные отклонения, обозначение шероховатости, баз, опор, зажимов и установочно-зажимных устройств, необходимых для выполнения операций, для которых разработан эскиз.

Размеры и предельные отклонения обработанных поверхностей следует наносить на изображения по ГОСТ 2.307—68 и ГОСТ 2.308—79.

Обозначения шероховатости обработанных поверхностей изделия следует наносить на изображения по ГОСТ 2.309—73.

Обозначения опор, зажимов, установочно-зажимных устройств, средств технологического оснащения и т. п. следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1107-81 и отраслевых стандартов. Примеры условных обозначений приведены в табл. А.3

Таблица А.3. - Примеры условных обозначений опор и зажимных элементов приспособлений

Обозначение опоры, зажима или установочного элемента	Наименование опоры, зажима или установочного элемента
1	2
	Неподвижная опора
	Подвижная опора
	Патрон (индекс при изображении обозначает тип патрона)
	Круглая оправка
	Оправка шлицевая

└┐	Поводковый патрон
└┐	Центр вращающийся
X X X	Центр рифленый
X X X	Центр плавающий
^ ^ ^	Центр неподвижный

Примеры использования условных обозначений приведены в табл. А.4.

Таблица 2. - Примеры использования условных обозначений опор и зажимных элементов приспособлений

Схема 1	Элементы приспособления 2
	Деталь установлена в трехкулачковый патрон с упором в торец, с поджимом вращающимся центром и с креплением в подвижном люнете
	Деталь установлена в призмах с упором в торец (опора имеет плоскую опорную поверхность) и закреплена одиночным зажимом с плоской рабочей поверхностью.
	Деталь установлена на три постоянные опоры и одну регулируемую (все опоры с плоской опорной поверхностью) и два пальца, на круглый цилиндрический и срезанный. Закреплена деталь двойным зажимом с рифленой рабочей поверхностью.

На эскизах к операциям все размеры или конструктивные элементы обрабатываемых поверхностей условно нумеруют арабскими цифрами. Номер размера конструктивного элемента обрабатываемой поверхности проставляют в окружности диаметром 6-8 мм и соединяют с размерной или выносной линией. При этом размеры, предельные отклонения обрабатываемой поверхности в тексте содержа-

ния операции или перехода не указывают.

13. Обрабатываемые поверхности изделия на эскизе следует обводить линией толщиной $2s$ по ГОСТ 2.303-68. При разработке одного эскиза на технологический процесс или на несколько операций допускается обрабатываемые поверхности изделия не обводить линией толщиной $2s$.

14. Технические требования следует помещать на свободной части документа справа от изображения изделия или под ним и излагать по ГОСТ 2.316—68.

15. Таблицы и графики, поясняющие изображение изделия, следует помещать на свободной части документа справа от изображения изделия и выполнять по ГОСТ 2.105—79.

Выполнение чертежей технологических карт наладок

Технологические карты наладок могут выполняться на операцию, установ или переход.

Чертежи технологических наладок выполняют на листах формата А3 в произвольном масштабе. При необходимости чертежи выполняют на листах формата А2 или А1.

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) детали на наладке зависит от конфигурации обрабатываемых поверхностей, способа обозначения промежуточных или окончательных размеров. При наличии в операции нескольких установов или последовательных положений, которые занимает деталь при обработке на карте наладке показываются все в технологической последовательности обработки.

Заготовку детали показывают в рабочем положении при обработке ее на станке с указанием принципиальной конструкции установочных и зажимных деталей приспособления. При наличии в операции нескольких установов или последовательных положений, которые занимает деталь при обработке на карте наладке элементы станочного приспособления показывается на первом, а на остальных допускается их не показывать

Обрабатываемые поверхности выделяются утолщенной линией 2...3 мм нумеруются арабскими цифрами. Номер поверхности проставляется на продолжении размерной линии внутри окружности диаметром 6...8 мм.

На чертеже необходимо проставлять наладочные размеры, технологические размеры с отклонениями, получаемые на этой операции (установе) и параметры шероховатости обработанных поверхностей.

Для возможности расчета настроенного размера положение режущего инструмента на карте наладки должно соответствовать концу рабочего хода при обработке данной поверхности. Если на данной установке применяется несколько инструментов, то в конечном положении показывается инструмент, применяемый последним, а все остальные – рядом с ним, вне контакта с деталью т него в последовательности, обратной обработки. Режущий инструмент нумеруют. На выносной полке приводится характеристика режущего инструмента с указанием обозначения инструмента по стандарту и материала режущей части инструмента.

Не допускается замена изображения технологической оснастки условными знаками.

На технологических картах наладок направление всех формообразующих движений режущего инструмента и заготовки показывают при помощи циклограммы движений или стрелками.

Сведения о режимах резания и нормировании приводятся в виде таблицы, расположенной в нижней левой части карты на свободном поле чертежа, которая должна содержать следующие сведения: номер перехода, номер обрабатываемой поверхности, номер инструмента, режимы обработки, количество рабочих ходов, основное время.

При выполнении карт наладок для станков с ЧПУ показывается траектория движения инструмента, проставляются номера опорных точек, обозначается точка смены инструмента и точка отсчета координат станка.