

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Вологодская государственная
молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Инженерный факультет

Кафедра энергетических средств и технического сервиса

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Методические указания

к расчетно-графическому заданию по дисциплине
«Материаловедение. Технология конструкционных материалов»
(раздел «Обработка материалов резанием»)

Вологда–Молочное
2023

УДК 621.9(071)

ББК 34.5 р30

P177

Составитель –

доцент, кандидат технических наук *Е.А. Берденников*

Рецензент –

доцент, кандидат технических наук *Р.А. Шушков*

P177 **Разработка** технологической документации на изготовление деталей машин: методические указания/ Сост. Е.А. Берденников. – Вологда – Молочное: Вологодская ГМХА, 2023. – 55 с.

Методические указания к расчетно-графическому заданию по дисциплине «Материаловедение. Технология конструкционных материалов» (раздел «Обработка материалов резанием») предназначены для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия»; 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование». В методических указаниях приведены порядок и пример разработки основных технологических документов на изготовление деталей машин путем механической обработки резанием.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н.В. Верещагина.

УДК 621.9(071)

ББК 34.5 р30

© Берденников Е.А., 2023

© Вологодская ГМХА, 2023

ВВЕДЕНИЕ

Жизненный цикл изделия (сложной машины, агрегата, сборочного узла или отдельной детали) начинается с его проектирования. При этом разрабатывается конструкторская документация – чертежи общего вида, сборочные чертежи, рабочие чертежи деталей. Казалось бы, что мешает сразу после этого приступить к изготовлению изделия. Но возникает вопрос: как обеспечить требуемое качество и, в тоже время, сэкономить затраты. Ответ на этот вопрос следующий. Необходимо разработать *технологический процесс* изготовления изделия.

Проектирование технологического процесса изготовления машины, узла или отдельной детали сопровождается разработкой *технологической документации*, которая оформляется в виде технологических карт. Правила их составления регламентируются Государственным Стандартом Российской Федерации, в частности единой системой технологической документации (ЕСТД).

Как показывает статистика, около семидесяти процентов затрат при изготовлении, даже сложной машины, приходится на обработку отдельных деталей с помощью металлорежущих станков. Именно вопросам разработки технологической документации на изготовление деталей машин путем механической обработки посвящены данные методические указания. Здесь можно найти ответы на такие вопросы, как правильно выбрать заготовку, составить рациональный технологический маршрут механической обработки, подобрать оборудование, выбрать необходимые режущие инструменты и приспособления, определить элементы режима резания и нормы времени на изготовление детали.

Помимо сугубо методической части в пособии в качестве примера разработана технологическая документация на изготовление фланцевого центросместителя для шлифования шеек коленчатых валов.

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Для проектирования технологического процесса механической обработки детали требуются следующие исходные данные [2]:

- рабочий чертеж детали;
- программное задание и срок, в течение которого должна быть выполнена программа выпуска деталей;
- данные о наличии оборудования и возможности его приобретения.

2 ВЫБОР ВИДА ЗАГОТОВКИ

Заготовка – предмет производства, из которого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности и свойств материала изготавливают деталь или неразъемную сборочную единицу.

Заготовками могут быть различного рода прокат (круглый, шестигранный, квадратный, плоский), трубы, отливки, поковки, штамповки.

Вид заготовки определяется формой и размерами готовой детали, технологическими свойствами материала (температурой плавления, структурной характеристикой).

Например, для изготовления корпусной детали (корпуса редуктора, блока цилиндров двигателя) в качестве заготовки наиболее подходит отливка. Это обусловлено тем, что корпусные детали имеют относительно большие размеры и сложную форму. Материалами для получения отливок служат серый чугун и сплавы некоторых цветных металлов. Сталь обладает худшими литейными свойствами.

Детали класса «круглые стержни» изготавливаются из круглого проката, детали класса «полые цилиндры» – из труб. Это обусловлено соответствием формы заготовки и готовой детали.

Для изготовления деталей класса «диски» (шкивы, зубчатые колеса, звездочки) в качестве заготовок часто используют штамповки. Отчасти это обусловлено рациональным направлением волокон, формой и размерами зерен металла после штамповки.

3 СОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Технологический маршрут – общий план механической обработки, содержащий наименования технологических операций и переходов, расположенных в определенной последовательности.

Технологическая операция [9] – часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.

Технологический переход – часть технологической операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и обрабатываемой поверхности.

Обеспечить требуемое качество готового изделия можно с различной последовательностью операций и переходов. То есть вариантов технологического маршрута может быть несколько. Наиболее рациональным будет тот, который обеспечит наименьшую себестоимость изделия.

Технологический маршрут механической обработки целесообразно представлять в виде таблицы 8.1, состоящей из трех граф.

Первая графа – наименование операций и переходов. Правила записи технологических операций и переходов приведены в пункте 7.1.1. Количество пунктов с наименованием операций соответствует количеству установов. Если операция выполняется за несколько установов, то число пунктов с ее наименованием соответствующее.

Вторая графа – тип металлорежущего станка и приспособления (таблица 3.1). Марки технологического оборудования на данном этапе допускается не указывать, так как не известна необходимая мощность в процессе резания.

Третья графа – эскиз. Операционный эскиз – это изображение заготовки после выполнения данной операции или перехода. Правила выполнения эскизов изложены в пункте 7.2. Допускается выполнять один эскиз на каждый установ при условии обеспечения полного представления о данной технологической операции. На данном этапе – этапе составления технологического маршрута, обозначение размеров, шероховатостей, допусков и посадок необязательно. Обозначение

установочно-зажимных устройств необходимо, как графическое отображение базирования и закрепления заготовки.

Таблица 3.1 – Краткая техническая характеристика металло-режущих станков

Модель станка	Максимальные размеры обрабатываемой детали, мм		Мощность, кВт	Модель станка	Максимальные размеры обрабатываемой детали, мм		Мощность, кВт
	диаметр	длина			диаметр	длина	
<i>Токарно-винторезные станки</i>				<i>Зубофрезерные для прямозубых конических колес</i>			
1М61	320	710	4,0	5Т23В	125	20	0,6
1К62	400	710	10		$m = 1,5$		
16К20	400	710	10	5230	320	50	2,8
1М63Б	630	2800	15		$m = 8,0$		
<i>Токарно-револьверные станки</i>				5А250	500	90	3,0
1Е318	18	100	3,0		$m = 8,0$		
1Г340	40	175	6,2	<i>Круглошлифовальные станки</i>			
<i>Горизонтально-фрезерные станки</i>				3М131	280	700	4,0
6М81	430	1000	4,0	3Б151	200	700	7,5
6М82	400	1250	7,5	3Б161	280	1000	7,5
6М83	380	1600	10,0	<i>Безцентрово-шлифовальные станки</i>			
<i>Вертикально-фрезерные станки</i>				3М182	0,8 – 25	170	5,5
6М11	445	1000	4,0	3М184	3 – 75	250	13,0
6М12П	400	1250	7,5	<i>Внутришлифовальные станки</i>			
6М13П	450	1600	10,0	3А225	6 – 25	50	1,1
<i>Зубофрезерные для цилиндрических колес</i>				3А227П	20 – 100	125	3,0
5308А	80	–	1,7	3А228П	50 – 200	200	5,5
	$m = 1,0$			<i>Вертикально-сверлильные станки</i>			
5310А	200	–	2,2	2Н118	18	150	1,5
	$m = 1,5$			2Н125	25	200	2,2
5312	320	–	5,0	2Н135	35	250	4,0
	$m = 6,0$			2Н150	50	300	7,5

4 ВЫБОР РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Разумеется, при точении режущим инструментом является резец, при сверлении – сверло, при фрезеровании – фреза. Но резцы, сверла и фрезы могут быть разных типов в зависимости от условий обработки. В основном, особенно это касается резцов и фрез, тип инструмента определяет его форма. В свою очередь, форму инструмента определяет форма конструктивного элемента (обработанной поверхности) детали. Поэтому, для выбора типа инструмента предлагается использовать таблицы 4.1 и 4.2.

Режущий инструмент может быть изготовлен либо полностью из инструментальной стали, либо оснащен твердосплавными пластинами. Поэтому, кроме типа инструмента необходимо выбрать материал его рабочей части (таблица 4.3), который в свою очередь определяется материалом заготовки и некоторыми элементами режима резания.

Таблица 4.1 – Основные типы резцов

Способ обработки конструктивного элемента детали	Тип резца
Наружное точение без уступа или с уступом, угол которого равен главному углу в плане	Проходной прямой
Наружное точение без уступа или с уступом, угол которого равен главному углу в плане; возможность подрезания торцов, ограниченная возможность обработки внутренних поверхностей	Проходной отогнутый
Наружное точение с уступом, у которого прямой угол	Проходной упорный
Прорезание канавок, отрезание заготовок с относительно малым диаметром	Отрезной
Нарезание резьбы	Резьбовой

Таблица 4.2 – Основные типы фрез

Способ обработки конструктивного элемента детали	Тип фрезы
Фрезерование поверхности относительно большой площади периферийной поверхностью фрезы	Цилиндрическая
Фрезерование поверхности относительно большой площади торцевой поверхностью фрезы	Торцевая
Фрезерование канавок периферийной поверхностью фрезы	Дисковая
Фрезерование канавок торцевой поверхностью фрезы	Концевая
Фрезерование канавок зубчатых колес	Модульная
Фрезерование поверхностей оригинального поперечного сечения	Фасонная

Таблица 4.3 – Рекомендуемые материалы режущей части инструмента

Область применения	Материал режущей части
Чистовая обработка деталей из чугуна, стекла, мрамора	ВК2, ВК3, ВК4
Черновая обработка деталей из чугуна и цветных сплавов при спокойной нагрузке	ВК6
Черновая обработка деталей из чугуна и цветных сплавов при переменной и ударной нагрузках	ВК8, P6M5
Черновая обработка деталей из сталей при переменной и ударной нагрузках	T5K10, P6M5
Черновая обработка деталей из сталей при спокойной нагрузке	T15K6, T14K8
Чистовая обработка деталей из стали	T30K4, T60K6
Абразивная обработка сталей	23А, 24А
Абразивная обработка чугунов	53С

5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ

Элементами режима резания являются: глубина резания, подача и скорость резания. Причем, они перечислены в порядке их определения и назначения в рамках каждого технологического перехода.

Глубина резания – расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренное по нормали к последней. При сплошном сверлении глубина резания – радиус сверла.

Подача при точении – перемещение резца за один оборот детали, потому что в токарном станке движение подачи связано с главным движением.

Подача при фрезеровании – перемещение стола фрезерного станка за единицу времени (м/мин), потому что механизмы главного движения и движения подачи у фрезерных станков имеют отдельные приводы. В технической литературе можно встретить такие понятия, как «перемещение стола за один оборот фрезы», «подача на зуб фрезы». Эти величины используются с одной лишь целью – возможностью определения других величин, например, скорости резания и силы резания.

Скорость резания – линейная скорость главного движения [1] (м/мин).

Глубина резания при механической обработке определяется следующим образом:

$$\text{при точении и растачивании} \quad t = \frac{Z_o}{2}, \quad (5.1)$$

$$\text{при отрезании и прорезании} \quad t = b, \quad (5.2)$$

$$\text{при сверлении} \quad t = \frac{D}{2}, \quad (5.3)$$

$$\text{при рассверливании, зенкерованиях} \\ \text{и развертывании} \quad t = \frac{D - D_H}{2}, \quad (5.4)$$

$$\text{при фрезеровании и подрезании торцов} \quad t = Z_o, \quad (5.5)$$

при шлифовании

таблица 5.6.

где t – глубина резания, мм,

Z_0 – номинальный операционный припуск на диаметр, мм,

D – диаметр инструмента, мм,

D_n – диаметр отверстия до обработки, мм,

b – ширина среза (длина режущей кромки отрезного резца), мм.

Если общая толщина снимаемого слоя металла больше глубины резания, то необходимо определить число проходов:

$$i = \frac{t_{\text{сл}}}{t}, \quad (5.6)$$

где $t_{\text{сл}}$ – толщина снимаемого слоя металла, мм.

Значения подач при механической обработке находятся в следующих таблицах:

при точении

таблицы 5.1 и 5.2

при сверлении, зенкеровании и
развертывании

таблица 5.3

при фрезеровании

таблицы 5.4-5.5

при шлифовании

таблица 5.6

При фрезеровании значения подачи на один оборот фрезы s (мм/об) и подачу на зуб s_z (мм/зуб) связаны следующим образом:

$$s_z = \frac{s}{z}, \quad (5.7)$$

где z – количество зубьев фрезы.

При нарезании резьбы резцом помимо продольной подачи s , равной шагу резьбы, необходимо определить величину врезания резца на один рабочий ход s_p (мм/проход).

$$s_p = \frac{5s}{8i}, \quad (5.8)$$

где i – число проходов резьбового резца.

Значения шагов резьбы и числа проходов резьбового резца в зависимости от диаметра резьбы находятся в таблице 5.8. Диаметр отверстия, просверливаемого до нарезания резьбы, определяется следующим образом:

$$D = D_p - 1,25s, \quad (5.9)$$

где D_p – диаметр резьбы, мм.

Что касается подачи при шлифовании, то в случае продольного шлифования:

$$s = s_b b, \quad (5.10)$$

где s – продольная подача, мм/об. заготовки,

s_b – продольная подача на оборот заготовки в долях ширины круга,

b – ширина шлифовального круга, мм.

Ширину круга b можно принять из технологических соображений в интервале 10 ... 100 мм.

Скорость резания при механической обработке выбирается из таблиц:

при токарной обработке	таблицы 5.9 – 5.10
при сверлении и рассверливании	таблицы 5.11 – 5.12
при зенкеровании и развертывании	таблицы 5.13 – 5.14
при фрезеровании	таблица 5.15
при шлифовании	таблица 5.6

Для обеспечения рассчитанной скорости резания при известном диаметре заготовки или режущего инструмента в процессе резания необходимо выбрать нужную частоту вращения рабочего органа механизма главного движения. При токарной обработке таким рабочим органом является шпиндель (или сама заготовка); при сверлении, зенкеровании и развертывании – соответственно сверло, зенкер или развертка; при фрезеровании –

фрезы. Исходя из этого, расчетная частота вращения рабочего органа определяется следующим образом:

$$n_p = \frac{1000v}{\pi D}, \quad (5.11)$$

где n_p – расчетная частота вращения рабочего органа механизма главного движения, об/мин,

v – скорость резания, м/мин,

D – диаметр заготовки (при токарной обработке) или режущего инструмента (при сверлении и фрезеровании), мм.

Как известно, большинство металлорежущих станков имеют ступенчатый привод, и коробка скоростей может обеспечить ограниченный ряд частот вращения рабочего органа (таблица 5.16). Из этого ряда необходимо выбрать фактическую частоту вращения n_ϕ . Она может быть больше расчетной, но не более, чем на 5%. В противном случае фактическая частота вращения принимается по значению ближе к расчетной и меньше ее.

После этого необходимо уточнить фактическое значение скорости резания:

$$v_\phi = \frac{\pi D n_\phi}{1000}, \quad (5.12)$$

где v_ϕ – фактическая скорость резания, м/мин,

n_ϕ – фактическая частота вращения рабочего органа, об/мин.

При шлифовании скорость резания в учебных целях можно не уточнять, так как шлифовальный круг необходимо периодически править, и его диаметр непостоянен.

Таблица 5.1 – Поддачи при черновом наружном точении

Диаметр заготовки, мм	до 18	18–30	30–50	50–80	80–120
Поддача, $\frac{\text{мм}}{\text{об}}$	0,2–0,4	0,3–0,5	0,3–0,9	0,4–1,2	0,5–1,3

Таблица 5.2 – Подачи при чистовом наружном точении, $\frac{\text{мм}}{\text{об}}$

Шероховатость, мкм		Радиус при вершине резца, мм					
R_a	R_z	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4
0,63	–	0,07	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17
1,25	–	0,10	0,13	0,17	0,19	0,21	0,23
2,50	–	0,15	0,20	0,25	0,29	0,32	0,35
–	20	0,25	0,33	0,42	0,49	0,55	0,60
–	40	0,35	0,51	0,63	0,72	0,80	0,87
–	80	0,47	0,66	0,81	0,94	1,04	1,14

Таблица 5.3 – Подачи при сверлении, зенкерование и развертывании, $\frac{\text{мм}}{\text{об}}$

Диаметр инструмента, мм	Сверление	Зенкерование	Развертывание
2–6	$\frac{0,08 - 0,18}{0,18 - 0,33}$ *	–	–
6–10	$\frac{0,18 - 0,28}{0,36 - 0,57}$	–	$\frac{0,8}{2,2}$
10–15	$\frac{0,25 - 0,35}{0,52 - 0,70}$	$\frac{0,5 - 0,6}{0,7 - 0,9}$	$\frac{0,9}{2,4}$
15–20	$\frac{0,34 - 0,43}{0,65 - 0,86}$	$\frac{0,6 - 0,7}{0,9 - 1,1}$	$\frac{1,0}{2,6}$
20–25	$\frac{0,39 - 0,47}{0,78 - 0,96}$	$\frac{0,7 - 0,9}{1,0 - 1,2}$	$\frac{1,1}{2,7}$
25–30	$\frac{0,45 - 0,55}{0,90 - 1,05}$	$\frac{0,8 - 1,0}{1,1 - 1,3}$	$\frac{1,2}{3,1}$
30–40	$\frac{0,55 - 0,60}{1,00 - 1,10}$	$\frac{0,9 - 1,2}{1,2 - 1,7}$	$\frac{1,4}{3,3}$
40–50	$\frac{0,60 - 0,65}{1,10 - 1,15}$	$\frac{1,0 - 1,3}{1,6 - 2,0}$	$\frac{1,5}{3,8}$

* в числителе приведены значения подачи при обработке стали, в знаменателе – при обработке чугуна

Таблица 5.4 – Поддачи при черновом фрезеровании

Обрабатываемый материал	Мощность станка, кВт	Поддача, $\text{мм}/\text{зуб}$ при обработке фрезами	
		торцевыми и дисковыми	цилиндрическими
Конструкционная углеродистая сталь	до 5	0,04 – 0,07	0,05 – 0,10
	5 – 10	0,07 – 0,15	0,10 – 0,20
	св. 10	0,15 – 0,25	0,20 – 0,35
Чугун, медные и алюминиевые сплавы	до 5	0,10 – 0,20	0,12 – 0,25
	5 – 10	0,15 – 0,35	0,20 – 0,40
	св. 10	0,30 – 0,50	0,35 – 0,60

Таблица 5.5 – Поддачи при чистовом фрезеровании

Обрабатываемый материал	Параметр шероховатости, R_a , мкм	Поддача, $\text{мм}/\text{об. фрезы}$ при диаметре фрезы, мм		
		40–75	90–130	150–200
Конструкционная углеродистая сталь	3,2	1,0–2,7	1,7–3,8	2,3–5,0
	1,6	0,6–1,5	1,0–2,1	1,3–2,8
Чугун, медные и алюминиевые сплавы	3,2	1,0–2,3	1,4–3,0	1,9–3,7
	1,6	0,6–1,3	0,8–1,7	1,1–2,1

Таблица 5.6 – Элементы режима резания при шлифовании

Вид шлифования	Окружная скорость круга, $\text{м}/\text{с}$	Окружная скорость заготовки, $\text{м}/\text{мин}$	Глубина шлифования, мм	Продольная подача в долях ширины круга	Поперечная подача, $\text{мм}/\text{об. заг-и}$	
Продольное	черновое	30 – 35	12 – 25	0,01–0,025	0,3 – 0,7	-
	чистовое	30 – 35	15 – 55	0,005–0,015	0,2 – 0,4	-
Врезное	черновое	30 – 35	30 – 50	–	–	0,0025–0,075
	чистовое	30 – 35	20 – 40	–	–	0,001–0,005

Таблица 5.8 – Шаг резьбы и число проходов резца при нарезании резьбы

Диаметр резьбы, мм	6, 7	8, 9	10, 11	12	14, 16	18, 20, 22	24, 27	30, 33	36, 39	42, 45	48, 52	56, 60	64, 68
Шаг, мм	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
Число проходов	3	4	4	5	6	6	6	7	7	7	8	8	9

Таблица 5.9 – Скорость резания при точении конструкционной углеродистой стали, $M_{\text{мин}}$ (материал режущей части резца – Т5К10, $\varphi = 45^\circ$)

Глубина резания, мм	Подача, $\text{мм}/\text{об}$					
1	0,14	0,25	0,38	0,54	0,75	0,97
2	–	0,14	0,25	0,38	0,54	0,75
4	–	–	0,14	0,25	0,38	0,54
Наружное точение	167	148	132	117	104	93
Растачивание	148	132	117	104	93	82

Таблица 5.10 – Скорость резания при точении серого чугуна, $M_{\text{мин}}$ (материал режущей части резца – ВК6, $\varphi = 45^\circ$)

Глубина резания, мм	Подача, $\text{мм}/\text{об}$					
0,8	0,14	0,23	0,42	0,56	0,75	1,00
1,8	–	0,14	0,23	0,42	0,56	0,75
4	–	–	0,14	0,23	0,42	0,56
Наружное точение	154	137	122	108	96	86
Растачивание	140	124	110	98	87	77

Таблица 5.11 – Скорость резания при сверлении стали

Диаметр сверла, мм	Скорость резания, $M_{\text{мин}}$ при подаче, $\text{мм}/\text{об}$						
	0,11	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66
5	32	24	20,5	17,7	15,0	13,0	11,0
10	-	27,5	24	20,5	17,7	15,0	13,0
20	-	32	27,5	24	20,5	17,7	15,0
30	-	-	32	27,5	24	20,5	17,7
60	-	-	-	32	27,5	24	20,5

Таблица 5.12 – Скорость резания при сверлении чугуна

Диаметр сверла, мм	Скорость резания, $\frac{м}{мин}$ при подаче, $\frac{мм}{об}$								
	0,16	0,20	0,24	0,30	0,40	0,53	0,70	0,95	1,3
3	31	28	25	22	20	17,5	15,5	14	12,5
8	–	31	28	25	22	20	17,5	15,5	14
20	–	–	31	28	25	22	20	17,5	15,5
50	–	–	–	33	29,5	26	23	21	18

Таблица 5.13 – Скорость резания при зенкеровании

Диаметр зенкера, мм	Скорость резания, $\frac{м}{мин}$ при подаче, $\frac{мм}{об}$					
	0,3	0,43	0,56	0,75	1,0	1,3
15–35	26/33 *	22,5/29	19,3/26	16,7/23	14,4/25	12,4/18
36–80	23,5/32	20,5/28	17,5/25	15,1/22	13,0/20	11,2/18

* В числителе приведены значения скорости резания при обработке сталей, в знаменателе – при обработке чугунов.

Таблица 5.14 – Скорость резания при развертывании

Диаметр развертки, мм	Скорость резания, $\frac{м}{мин}$ при подаче, $\frac{мм}{об}$									
	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0	2,6	3,3	4,1	5,2
10–20	11,7	10,4	9,3	8,2	7,3	6,5	5,8	5,1	4,6	4,1
21–80	10,4	9,3	8,2	7,3	6,5	5,8	5,1	4,6	4,1	3,6

Таблица 5.15 – Скорость резания при фрезеровании, $\frac{м}{мин}$

Тип фрезы	Подача, $\frac{мм}{зуб}$	Обрабатываемый материал	
		Сталь	Чугун
Торцевая $D = 110 \text{ мм}, z = 12$	0,1	180/44*	202/60
	0,2	140/31	151/38
Цилиндрическая $D = 80 \text{ мм}, z = 8$	0,1	220/52	235/60
	0,2	184/41	197/53
Дисковая $D = 75 \text{ мм}, z = 10$	0,1	336/40	396/52
	0,2	251/34	314/41
Концевая $D = 20 \text{ мм}, z = 3$	0,1	140/25	156/34
	0,2	134/18	139/21

* В числителе приведены значения скорости резания при обработке режущей частью из твердого сплава, в знаменателе – из быстрорежущей стали.

Таблица 5.16 – Частота вращения рабочих органов некоторых металлорежущих станков

Тип станка	Марка	Ряд частот вращения, об/мин.
Токарно-винторезный	16К20	12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600
Горизонтально-фрезерный	6Р81	50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600

6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ ВРЕМЕНИ

От нормы времени на механическую обработку зависят затраты труда, которые наряду с материальными, энергетическими и другими затратами определяют себестоимость готовой детали, ее цену.

Существуют понятия штучного и штучно-калькуляционного времени. Первое является составной частью второго. Штучно-калькуляционное время определяется при единичном и мелкосерийном производстве, потому что при его определении имеет смысл учитывать подготовительно-заключительное время в связи с малой партией выпускаемых изделий.

$$\text{Штучное время} \quad T_{\text{шт}} = T_o + T_{\text{вс}} + T_{\text{доп}}, \quad (6.1)$$

$$\text{штучно-калькуляционное время} \quad T_{\text{ш.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{N}, \quad (6.2)$$

где T_o – основное технологическое время, мин,

$T_{\text{вс}}$ – вспомогательное время, мин,

$T_{\text{доп}}$ – дополнительное время, мин,

$T_{\text{п.з.}}$ – подготовительно-заключительное время, мин,

N – количество деталей в партии.

Основное время – это время, затрачиваемое непосредственно на изменение формы, размеров и механических свойств детали:

$$T_o = \frac{Li}{ns}, \quad (6.3)$$

где L – длина рабочего хода инструмента или заготовки, мм,
 i – количество рабочих ходов (проходов), мм,
 n – частота вращения заготовки или инструмента, об/мин,
 s – подача, мм/об.

Длина рабочего хода инструмента или заготовки:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3, \quad (6.4)$$

где l – длина обрабатываемого участка, мм,
 l_1 – длина врезания инструмента, мм,
 l_2 – длина перебега инструмента (в случае обработки до уступа, при сверлении глухих отверстий и при снятии фаски $l_2 = 0$), мм,
 l_3 – длина участка при снятии пробных стружек (5 ... 8 мм).

7 ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

Технологический документ – это графический или текстовый документ, который отдельно или в совокупности с другими документами определяет технологический процесс или операцию изготовления изделия.

Профессиональный токарь-фрезеровщик, работающий, например, в ремонтной мастерской сельскохозяйственного предприятия, способен изготовить сложную деталь непосредственно по чертежу. В этом случае в составлении технологических карт нет необходимости, так как в условиях единичного производства нецелесообразно тратить время на их разработку. Что касается серийного и массового производств, то разработка технологической документации необходима для обеспечения технологической дисциплины и уменьшения штучного времени.

Комплектность и форма технологических документов могут быть различными в зависимости от типа производства и применяемого технологического оборудования. Для технологического процесса изготовления детали с применением

универсальных металлорежущих станков в качестве основного технологического документа рекомендуется разрабатывать карту технологического процесса (КТП), которая должна сопровождаться картами эскизов (КЭ).

7.1 Оформление карты технологического процесса

Также как и конструкторская документация (чертежи деталей, сборочных единиц) карта технологического процесса оформляется по строго определенной форме [12]. КТП – это таблица, ячейки которой имеют размеры, установленные стандартом, и содержат определенную информацию. КТП имеет основную надпись, форма которой отличается от основной надписи конструкторского документа.

Первым, что необходимо понять при изучении структуры КТП, является то, что строки карты отличаются по типу содержащейся в них информации. Поэтому, помимо номера, каждой строке присваивается служебный символ.

Структура и содержание первого и последующих листов КТП представлена на рисунках 7.1 и 7.2 и в таблице 7.1

Гост 3.14.04-86 Форма 1

Дудл.	56	49	50			51	52	53	49	50
Взм.	55									
Подл.	54					57	52	53	49	50
	57								58	59
										60
										61
Разлад.	48					41			42	43
47			49	50						
										44
Н. контр.						46	45			
1	М 01									13
3	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КП	МЗ
		4	5	6	7	8	9	10	11	12
М 02	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Код наименования операции					
А					Код наименования оборудования					
Б										
Р						СМ	Проф.	Р	УТ	КР
						ПМ	О или В	Л	Г	ЕН
										ОП
										Кшт.
										Тп.з.
										П
										У
А 03	14	15	16	17	18	19				
							21	22	23	24
									25	26
									27	28
									29	30
Б 04	20									
							32	33	34	35
									36	37
Р 05	31								38	39
06										
07										
08										
09										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
							51	52	53	49
							50	51	52	53
							50	51	52	49
							50	51	52	50
62							63			

Рис. 7.1. Форма первого листа карты технологического процесса (КТП)

Таблица 7.1 – Содержание граф карты технологического процесса

Номер графы	Наименование (условное обозначение) графы	Содержание графы
1	2	3
1	–	Обозначение служебного символа и порядковый номер строки. Допускается при указании номера строки в пределах 01-09 применять вместо 0 знак Ø, например АØ8, ОØ9 (таблица 7.2)
2	–	Наименование, сортамент, размер и марка материала, ГОСТ (таблица 7.3), ТУ.
3	Код	Код материала по классификатору.
4	ЕВ	Код единицы величины (массы, длины, площади и т. п.) детали, заготовки, материала по классификатору СОЕИ. Допускается указывать единицы измерения величины.
5	МД	Масса детали по конструкторскому документу.
6	ЕН	Единица нормирования, на которую установлена норма расхода материала или времени (1, 10, 100 и т. д.)
7	Н. расх.	Норма расхода материала (МЗ – МД).
8	КИМ	Коэффициент использования материала (МД / МЗ).
9	Код заготовки	Код заготовки по классификатору (таблица 7.4). Допускается указывать вид заготовки (отливка, прокат, поковка и т. п.)
10	Профиль и размеры	Профиль и размеры исходной заготовки. Информацию по размерам следует указывать исходя из условий имеющихся размеров заготовки (длины, ширины, высоты), например 1000 × 2500 × 100.
11	КД	Количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки.

Продолжение таблицы 7.1

1	2	3
12	МЗ	Масса заготовки.
13	-	Графа для особых указаний. Порядок и обязательность заполнения графы устанавливаются отраслевыми нормативно-техническими документами (НТД).
14	Цех	Номер (код) цеха, в котором выполняют операцию.
15	УЧ	Номер (код) участка, конвейера, поточной линии.
16	РМ	Номер (код) рабочего места.
17	Опер.	Номер операции (процесса) в технологической последовательности изготовления детали (включая контроль и перемещение).
18	Код, наименование операции	Код операции по технологическому классификатору, наименование операции.
19	Обозначение документа	Обозначение документов, инструкций по охране труда, применяемых при выполнении данной операции.
20	Код, наименование оборудования	Код оборудования по классификатору, краткое наименование оборудования и инвентарный номер. Допускается взамен краткого наименования оборудования указывать его модель; инвентарный номер не указывать.
21	СМ	Степень механизации. Обязательность заполнения графы устанавливается отраслевыми НТД.
22	Проф.	Код профессии по классификатору ОКПДТР (таблица 7.5).
23	Р	Разряд работы, необходимый для выполнения операции по ОКПДТР (таблица 7.5).
24	УТ	Код условий труда по классификатору ОКПДТР и код вида нормы.
25	КР	Количество исполнителей, занятых при выполнении операции.

Продолжение таблицы 7.1

1	2	3
26	КОИД	Количество одновременно обрабатываемых деталей.
27	ОП	Объем производственной партии в штуках. На стадиях разработки предварительного проекта допускается графу не заполнять.
28	Кшт.	Коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании.
29	Тпз.	Норма подготовительно-заключительного времени на операцию.
30	Тшт.	Норма штучного времени на операцию.
31	–	Особые указания. Допускается записывать содержание перехода.
32	ПИ	Номер позиции инструментальной наладки. Графу следует заполнять для станков с ЧПУ.
33	<i>D</i> или <i>B</i>	Расчетный размер обрабатываемого диаметра (ширины) детали.
34	<i>L</i>	Расчетный размер длины рабочего хода.
35	<i>t</i>	Глубина резания.
36	<i>i</i>	Число проходов.
37	<i>s</i>	Подача, мм/об.
38	<i>n</i>	Число оборотов шпинделя в минуту.
39	<i>v</i>	Скорость резания, м/мин.
<i>Элементы основной надписи [8]</i>		
40	–	Краткое наименование предприятия - разработчика документа.
41	–	Обозначение изделия по основному конструкторскому документу.
42	–	Для типовых и групповых технологических процессов - код классификационных группировок технологических признаков.

Продолжение таблицы 7.1

1	2	3
43	–	Обозначение документа (пункт 10.1.3) [15]
44	–	Литера, присвоенная документу (комплекту документов) (таблица 7.6) [16]
45	–	Наименование изделия по основному конструкторскому документу.
46	–	Общая единица нормирования, принятая для всего технологического процесса.
47	–	Характер работы, выполняемой лицами, подписывающими документ («Нормировал», «Согласовал», «Утвердил»).
48	–	Фамилии лиц, участвующих в разработке и оформлении документа.
49	–	Подписи лиц, участвующих в разработке и оформлении документа.
50	–	Дата подписи.
51	–	Порядковый номер изменения документа.
52	–	Отметка о замене или введении листа документа.
53	–	Порядковый регистрационный номер извещения.
54	–	Инвентарный номер подлинника.
55	–	Инвентарный номер подлинника, взамен которого выпущен данный подлинник.
56	–	Инвентарный номер дубликата.
57	–	Указание дополнительной информации (по применимости в изделии, вариантам исполнения и т.п.).
58	–	Обозначение номера изделия (сборочной единицы), с которого вводится данный документ.
59	–	Обозначение основного документа, куда входит данный документ.
60	–	Общее количество листов документа.

Окончание таблицы 7.1

1	2	3
61	–	Порядковый номер листа документа.
62	–	Условное обозначение вида документа (таблица 7.7) [16]
63	–	Наименование документа или краткое наименование технологического метода формообразования, обработки, сборки процесса или операции, который описывается в данном документе.

Таблица 7.2 – Обозначение служебного символа

Символ	Содержание информации, вносимой в графы, расположенные на строке
А	Номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция, номер операции, код и наименование операции, обозначение документов, применяемых при выполнении операции
Б	Код, наименование оборудования и информация по трудозатратам
О	Содержание операции или перехода (пункт 7.1.1)
Р	Размеры и режимы резания
Т	Информация о применяемой технологической оснастке (пункт 7.1.2)

Таблица 7.3 – Номера Государственных Стандартов (ГОСТов) на некоторые группы конструкционных материалов

Наименование ГОСТа	Номер ГОСТа
Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки.	380 – 94
Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки.	1412 – 85
Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки.	7293 – 85
Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки.	4784 – 97
Сплавы медно-цинковые (латуни), обрабатываемые давлением. Марки.	15527 – 70
Сплавы медно-цинковые (латуни) литейные. Марки.	17711– 93
Бронзы оловянные, обрабатываемые давлением. Марки.	5017 – 74
Бронзы оловянные литейные. Марки.	613 – 79

Таблица 7.4 – Коды на некоторые виды из конструкционных материалов по общероссийскому классификатору продукции (ОКП) продукции

Вид продукции	Код
Прокат стальной сортовой конструкционный углеродистый	09 5030
Прокат стальной сортовой конструкционный легированный	09 5040
Трубы стальные бесшовные	13 0100
Трубы стальные сварные	13 0200
Прокат дюралюминиевый. Трубы.	18 1250
Прокат дюралюминиевый. Прутки.	18 1260
Прокат латунный. Трубы.	18 4550
Прокат латунный. Прутки.	18 4570
Прокат бронзовый. Трубы.	18 4650
Прокат бронзовый. Прутки.	18 4670

Таблица 7.5 – Коды некоторых профессий по общероссийскому классификатору профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов (ОКПДТР)

Профессия	Код	Диапазон тарифных разрядов
Токарь	19149	2 – 6
Фрезеровщик	19479	2 – 6
Шлифовщик	19630	2 – 6
Шевинговальщик	19606	2 – 5
Строгальщик	18891	2 – 6
Сверловщик	18355	2 – 5
Долбежник	11883	2 – 4

Таблица 7.6 - Присвоение литеры

Стадия разработки технологической документации	Литера
Предварительный проект	П
На изготовление опытного образца	О, О ₁ , О ₂
Для изделий серийного производства	А, Б
Для разового изготовления в единичном производстве	И
Директивная документация (для изделий вспомогательного производства)	Д

Таблица 7.7 – Условное обозначение вида документа

Вид документа	Условное обозначение документа
Карта эскизов	КЭ
Маршрутная карта	МК
Карта технологического процесса	КТП
Операционная карта	ОК

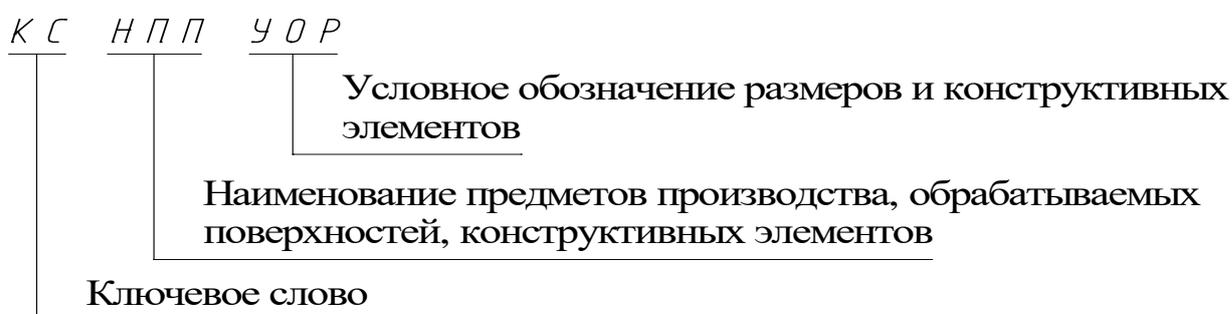
7.1.1 Правила записи операций и переходов

Наименование *операций* обработки резанием должно отражать применяемый вид оборудования и записываться именем прилагательным в именительном падеже. При этом слово «операция» не пишется. Примеры наименований операций и присвоенные им номера приведены в таблице 7.8.

Таблица 7.8 – Операции обработки резанием

Номер	Наименование	Номер	Наименование
03	Долбежная	50	Вертикально-сверлильная
04	Зубодолбежная	51	Горизонтально-сверлильная
13	Зубофрезерная	52	Координатно-сверлильная
26	Полировальная	55	Поперечно-строгальная
27	Притирочная	63	Токарно-винторезная
28	Суперфинишная	67	Токарно-револьверная
29	Хонинговальная	70	Вертикально-фрезерная
42	Горизонтально-протяжная	71	Горизонтально-фрезерная
44	Вертикально-расточная	87	Круглошлифовальная
45	Горизонтально-расточная	90	Плоскошлифовальная

Порядок записи *перехода* отражен на рисунке 7.3.



Р и с . 7 . 3 . Структура содержания перехода

Ключевое слово характеризует метод обработки и записывается глаголом в неопределенной форме (таблица 7.9).

Таблица 7.9 – Примеры ключевых слов технологических переходов и их условные коды

Условный код	Ключевое слово	Условный код	Ключевое слово
03	Галтовать	25	Рассверлить
06	Долбить	26	Расточить
10	Зенкеровать	27	Сверлить
13	Нарезать	28	Строгать
16	Отрезать	29	Суперфинишировать
17	Подрезать	30	Точить
18	Полировать	31	Хонинговать
19	Притирать	33	Шлифовать
21	Протянуть	35	Центровать
22	Развернуть	36	Фрезеровать

Наименование обрабатываемых поверхностей, конструктивных элементов и предметов производства (НПП) следует записывать, как имя существительное в винительном падеже. Примеры НПП в именительном падеже и их условные коды приведены в таблице 7.10.

Таблица 7.10 – Наименование обрабатываемых поверхностей, конструктивных элементов и предметов производства

Условный код	Наименование	Условный код	Наименование
001	Буртик	018	Отверстие
003	Выточку	020	Паз
005	Галтель	022	Поверхность
010	Зуб	026	Резьбу
012	Канавку	030	Торец
016	Лыску	032	Фаску

Условное обозначение обрабатываемых поверхностей, конструктивных элементов и предметов производства (УОР) выполняется в виде арабской цифры.

При наличии черновой и чистовой обработки в конце содержания перехода пишется соответственно слово *предварительно* или *окончательно*.

7.1.2 Правила записи информации о применяемой технологической оснастке [14]

Информация о технологической оснастке включает наименование, тип, модель и обозначение стандарта оснастки. Наименование, тип и номера ГОСТов некоторых видов технологической оснастки приведены в таблице 7.11. При записи информации о режущем инструменте вместо модели указывается материал режущей части инструмента (таблица 4.3).

Таблица 7.11 – Номера Государственных Стандартов (ГОСТов) на некоторые виды станочных приспособлений, режущих и измерительных инструментов

Наименование приспособления и инструмента	Номер ГОСТа
Патрон трехкулачковый	2675 – 80
Патрон сверлильный трехкулачковый с ключом	8522 – 79
Тиски станочные с ручным и механизированным приводом	16518 – 96
Тиски ручные	28241 – 89
Стол поворотный круглый с ручным и механизированным приводом	16935 – 93
Головки делительные универсальные	8615 – 89
Центр упорный	13214 – 79
Центр вращающийся	8742 – 75
Зажимы контактные винтовые	25034 – 85
Резец подрезной	18880 – 73
Резец проходной отогнутый	18877 – 73
Резец проходной упорный	18879 – 73
Резец проходной прямой	18878 – 73
Сверло спиральное среднее	10902 – 77
Сверло центровочное комбинированное	14952 – 75

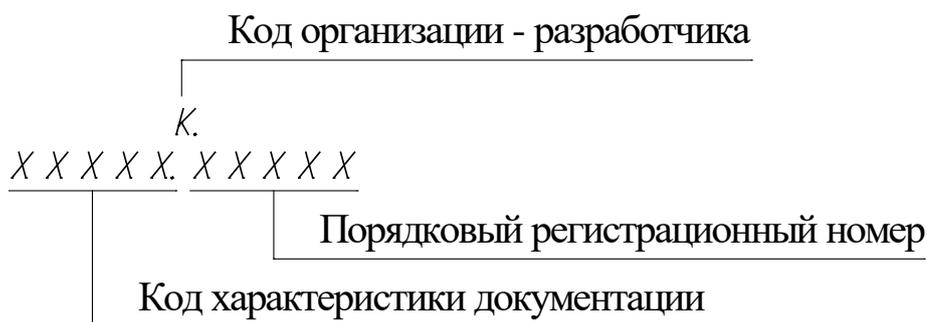
Окончание таблицы 7.11

Наименование приспособления и инструмента	Номер ГОСТа
Метчики машинные и ручные	3266 – 81
Плашки круглые	9740 – 71
Вороток раздвижной	22401 – 83
Вороток одногнездовой	22398 – 77
Штангенциркуль	166 – 89
Штангенглубиномер	162 – 90
Микрометр	6507 – 90
Нутромер микрометрический	10 – 88
Нутромер индикаторный	868 – 82

При необходимости указания к переходу нескольких видов оснастки ее следует указывать в порядке очередности: приспособление – режущий инструмент – средства измерения.

В том случае, если одно и то же обозначение технологической оснастки применяют в нескольких переходах, то в целях сокращения соответствующей информации и исключения ее дублирования допускается после ее наименования (в том переходе, где ее применяют в первый раз) указывать в скобках номера соответствующих переходов. В этом случае в последующих переходах соответствующую информацию указывать не следует.

7.1.3 Структура кодового обозначения документа

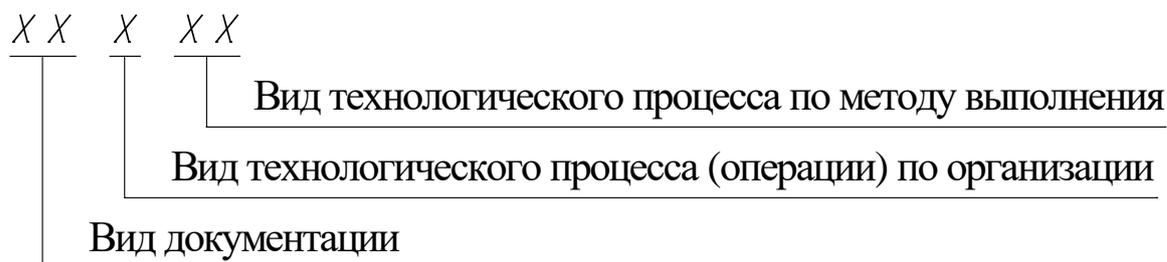


Р и с . 7 . 4 . Структура кодового обозначения документа

Код организации - разработчика документов следует присваивать в соответствии с требованиями отраслевых НТД.

Порядковый регистрационный номер должна присваивать служба предприятия, ответственная за ведение карточки учета обозначений.

Структура кода характеристики документации следующая:



Р и с . 7 . 5 . Структура кода характеристики документации

Некоторые коды *вида документации* представлены в таблице 7.12, коды *вида технологического процесса (операции) по организации* – в таблице 7.13, коды *вида технологического процесса по методу выполнения* – в таблице 7.14.

Таблица 7.12 – Коды вида документации

Код	Вид документации
01	Комплект технологической документации
10	Маршрутная карта
20	Карта эскизов
50	Карта технологического процесса
60	Операционная карта

Таблица 7.13 – Коды вида технологического процесса (операции) по организации

Код	Вид технологического процесса	Код	Вид технологического процесса
0	Без указания	2	Типовой
1	Единичный	3	Групповой

Таблица 7.14 – Коды вида технологического процесса по методу выполнения

Код	Вид технологического процесса	Код	Вид технологического процесса
00	Без указания	50	Термообработка
10	Литье	80	Пайка
21	Обработка давлением	88	Сборка
41	Обработка резанием	90	Сварка

7.2 Оформление карты эскизов [10], [11], [13]

Форма карты эскизов (КЭ) отличается от формы карты технологического процесса (КТП) отсутствием строк 1–39 (рисунки 7.1 и 7.2). На их месте выполняется операционный эскиз.

Операционный эскиз – это графическое изображение детали после данной технологической операции или перехода. Правила выполнения операционных эскизов следующие.

Изображения заготовок (деталей) должны быть представлены в их рабочем положении.

Допускается выполнять операционный эскиз для каждого технологического перехода. Но, при условии обеспечения полноты информации, достаточно одного эскиза на один установ.

Допускается выполнять эскиз без соблюдения масштаба, но с выдерживанием пропорций графических элементов.

На операционном эскизе, также как и на чертеже детали, проставляются размеры и допуски на них, допуски формы и расположения, шероховатости поверхностей. Но эти элементы обозначаются только для тех поверхностей, которые обрабатываются за данную операцию или переход.

Над эскизом проставляется номер технологической операции, для которой данный эскиз выполняется.

Поверхности, обрабатываемые за данную технологическую операцию или переход, обозначаются линией, толщина которой в два раза больше толщины основных линий.

Обрабатываемая поверхность обозначается арабской цифрой в окружности диаметром 6...8 мм соединением соответствующей выносной линией. Простановку номеров целесообразно выполнять по часовой стрелке, начиная с левой верхней части

эскиза. Для наглядности обозначения обрабатываемых поверхностей следует выполнять на одной линии (или по периметру зоны, в которой помещен эскиз).

Главное отличие операционного эскиза от чертежа детали – обозначение элементов базирования и закрепления (опор, зажимов и установочных устройств) при механической обработке. Правила их обозначения представлены в таблицах 7.15–7.19. Соблюдение этих правил позволит обойтись без записи вспомогательных переходов в карте технологического процесса.

Таблица 7.15 – Условное обозначение опор

Наименование	Обозначение на видах		
	спереди, сзади	сверху	снизу
Опора неподвижная			
Опора подвижная			
Опора плавающая			

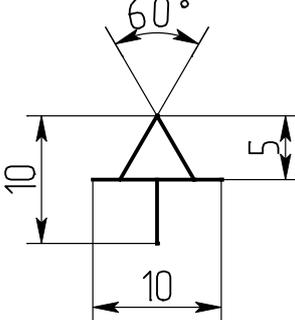
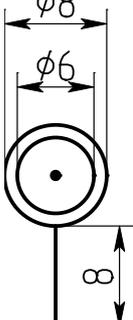
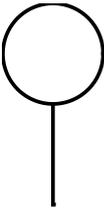
Опора регулируемая			
--------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Таблица 7.16 – Условное обозначение зажимов

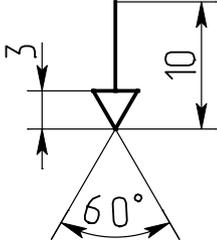
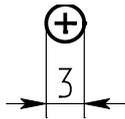
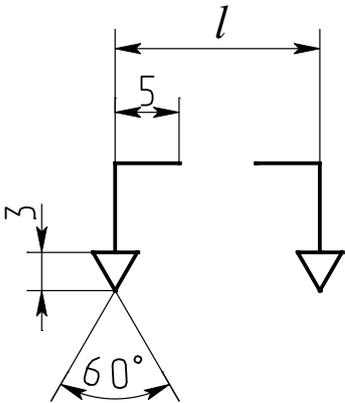
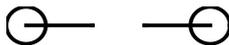
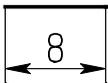
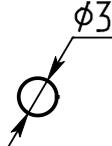
Наименование	Обозначение на видах		
	спереди, сзади	сверху	снизу
Одиночный			
Двойной (l – расстояние между точками приложения сил)			

Таблица 7.17 – Условное обозначение формы рабочих поверхностей

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Плоская		Цилиндрическая	

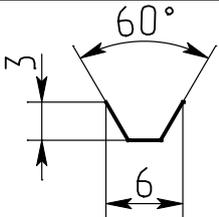
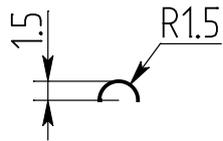
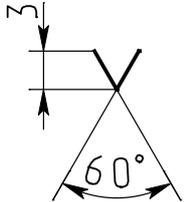
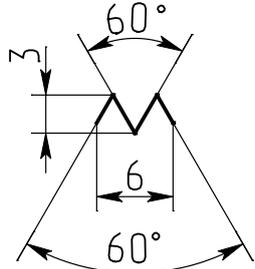
Призматическая		Сферическая	
Коническая		Рифленая, резьбовая, шлицевая	

Таблица 7.18 – Условное обозначение установочно-зажимных устройств

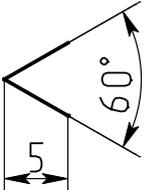
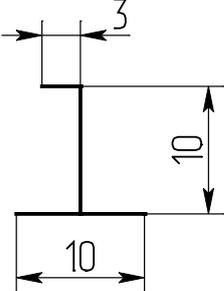
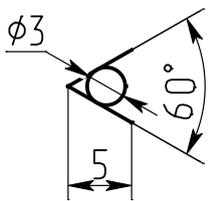
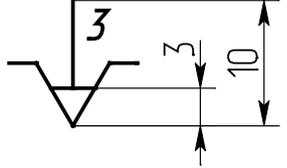
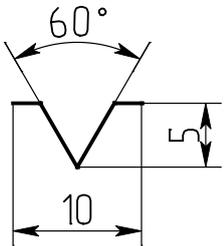
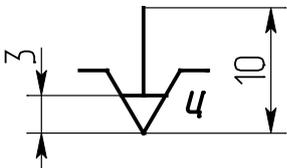
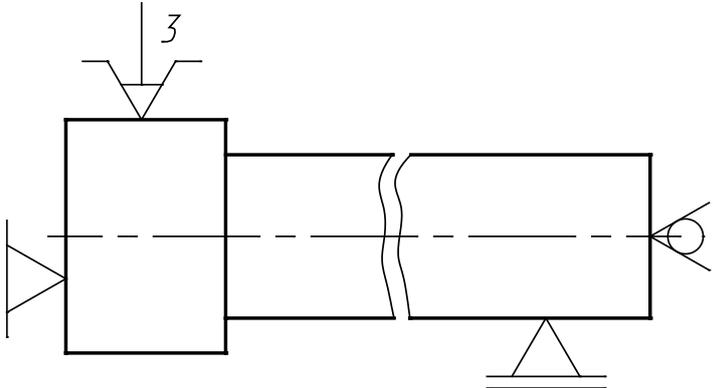
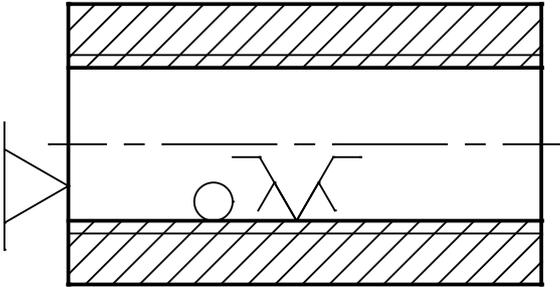
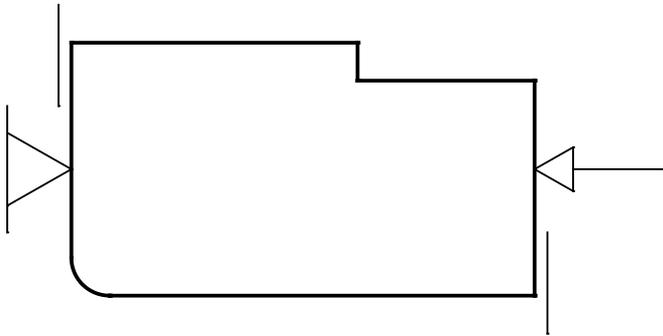
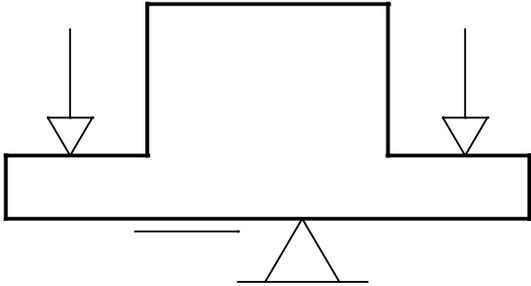
Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Центр неподвижный		Патрон поводковый	
Центр вращающийся		Патрон трехкулачковый самоцентрирующийся	
Оправка цилиндрическая		Оправка цанговая	

Таблица 7.19 – Примеры схем установов изделий

Описание	Схема
<p>В трехкулачковом патроне, с упором в торец, с поджимом вращающимся центром и с креплением в подвижном люнете</p>	
<p>На цилиндрической резьбовой оправке с упором в торец</p>	
<p>В тисках с плоскими губками</p>	
<p>С опорой на плоскую поверхность и креплением двумя одиночными зажимами</p>	

8. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОРПУСА ЦЕНТРОСМЕСТИТЕЛЯ

Порядок и правила разработки технологических документов на изготовление деталей резанием были приведены выше. Для более полного усвоения представленного материала и рационального оформления расчетно-графического задания предлагается пример разработки технологической документации на изготовление корпуса центросместителя, который является приспособлением при шлифовании шеек коленчатых валов двигателя УМЗ 406.

8.1 Исходные данные

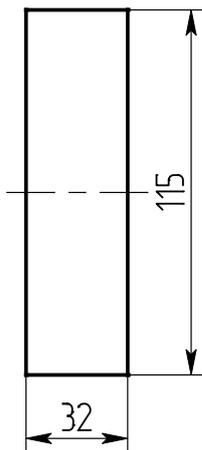
1. Чертеж детали (рисунок 8.2).
2. Количество деталей в партии – 1 (разовое изготовление в единичном производстве).

8.2 Выбор вида заготовки

В качестве заготовки выбираем отрезок круглого проката.

8.3 Составление технологического маршрута механической обработки

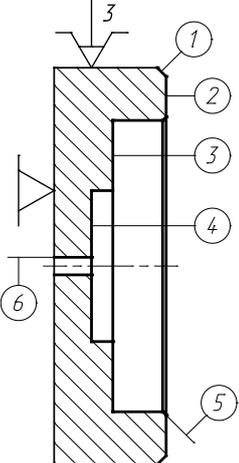
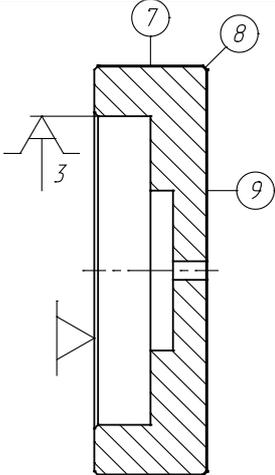
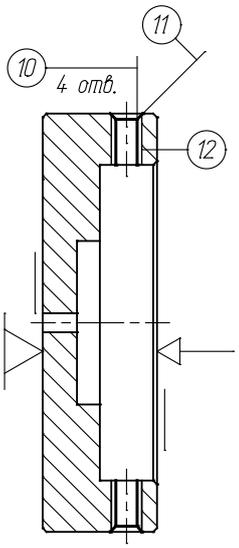
Эскиз заготовки представляем на рисунке 8.1.



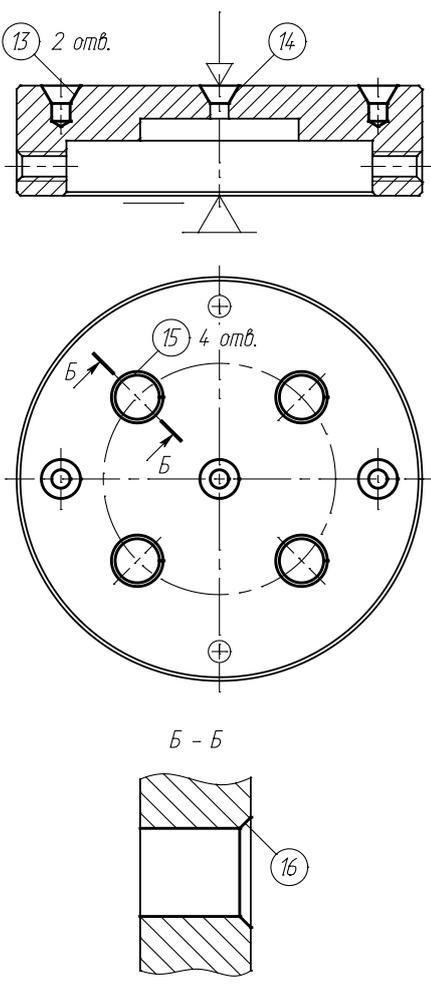
Р и с . 8 . 1. Эскиз заготовки

Технологический маршрут изготовления центросместителя представлен в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Технологический маршрут изготовления центросместителя

Наименование операций и переходов	Тип металлорежущего станка и приспособления	Эскиз
1	2	3
<p><u>1. Токарная</u></p> <p>а) Подрезать торец 2 б) Снять фаску 1 в) Сверлить отверстие 6 г) Точить поверхность 3 предварительно д) Точить поверхность 3 окончательно е) Точить поверхность 4 ж) Снять фаску 5</p>	<p>Станок токарно-винторезный, трехкулачковый патрон</p>	
<p><u>2. Токарная</u></p> <p>а) Подрезать торец 9 б) Точить поверхность 7 в) Снять фаску 8</p>	<p>Станок токарно-винторезный, трехкулачковый патрон</p>	
<p><u>3. Сверлильная</u></p> <p>а) Сверлить отверстие 10 б) Снять фаску 11 в) Нарезать резьбу 12 вручную</p> <p><i>Остальные отверстия обрабатывать с переустановом в той же последовательности</i></p>	<p>Станок вертикально-сверлильный, тиски</p>	

Окончание таблицы 8.1

1	2	3
<p><u>4. Сверлильная</u></p> <p>а) Сверлить центровочное отверстие 14 б) Сверлить центровочные отверстия 13 в) Сверлить отверстия 15 г) Снять фаски 16</p>	<p>Станок вертикально-сверлильный, одиночные зажимы</p>	

8.4 Определение элементов режима резания

Формулу для определения глубины резания при каждом технологическом переходе (кроме нарезания резьбы) выбираем в зависимости от метода механической обработки или формы конструктивного элемента и заносим в таблицу 8.2.

Формула для определения числа проходов: $i = \frac{t_{сл}}{t}$.

Диаметр отверстия, обрабатываемого при переходе 3а, определяем следующим образом:

$$D = D_p - 1,25s,$$

где D_p – диаметр резьбы, мм,

s – шаг резьбы, нарезаемой после сверления отверстия.

$$D = 8 - 1,25 \cdot 1,25 = 6,5 \text{ мм.}$$

Результаты расчета глубины резания и числа рабочих ходов (проходов) заносим в таблицу 8.3.

Таблица 8.2 – Формулы для определения глубины резания

Переход	Формула	Переход	Формула
1а, 1д, 2а	$t = Z_o$	4а	$t = \frac{D - D_H}{2}$
2б	$t = \frac{Z_o}{2}$	1г, 1е	0,5 ... 2 мм
1в, 3а, 4б, 4в	$t = \frac{D}{2}$	1б, 1ж, 2в, 3б, 4г	Глубина резания равна размеру фаски

Таблица 8.3 – Значения составляющих в формулах глубины резания

Переход	Обозначение параметров					
	Z_o	D	D_H	t	$t_{сл}$	i
	Наименование параметров					
	Номинальный припуск, мм	Диаметр сверла, мм	Диаметр отверстия до рассверливания, мм	Глубина резания, мм	Общая толщина снимаемого слоя, мкм	Число проходов, мм
1а	1	–	–	1	1	1
1б	–	–	–	2	2	1
1в	–	5	–	2,5	2,5	1
1г	–	–	–	1,85	14,8	8
1д	0,2	–	–	0,2	0,2	1
1е	–	–	–	1,5	6	4
1ж	–	–	–	1	1	1
2а	1	–	–	1	1	1
2б	1	–	–	1	1	1
2в	–	–	–	1	1	1
3а	–	6,5	–	3,25	3,25	1
3б	–	–	–	1,5	1,5	1
4а	–	10	5	2,5	2,5	1
4б	–	10	–	5	5	1
4в	–	12	–	6	6	1
4г	–	–	–	1	1	1

Подачу для каждого технологического перехода выбираем из справочных таблиц. Значения подач заносим в таблицу 8.4.

Подача при выполнении перехода 3в равна шагу резьбы.

Таблица 8.4 – Значения подач

Переход	Подача $s, \text{ мм/об}$	Переход	Подача $s, \text{ мм/об}$	Переход	Подача $s, \text{ мм/об}$
1а	0,5	1ж	0,5	3в	1,25
1б	0,5	2а	0,5	4а	0,2
1в	0,1	2б	0,5	4б	0,2
1г	0,5	2в	0,5	4в	0,3
1д	0,35	3а	0,2	4г	0,3
1е	0,5	3б	0,2		

Значение скорости резания выбираем из справочных таблиц. Частоту вращения рабочего органа механизма главного движения определяем по формуле:

$$n_p = \frac{1000v}{\pi D},$$

где D – диаметр обрабатываемой поверхности (при точении) или сверла (при сверлении), мм.

Фактическую частоту вращения рабочего органа n_ϕ выбираем из стандартизированного ряда частот вращения станка. Также необходимо уточнить фактическое значение скорости резания по формуле:

$$v_\phi = \frac{\pi D n_\phi}{1000}.$$

Результаты определения фактической частоты вращения и скорости резания заносим в таблицу 8.5.

Таблица 8.5 – Фактическая частота вращения рабочего органа станка и скорость резания

Переход	1а	1б	1в	1г	1д	1е	1ж	2а
Частота вращения n_{ϕ} , об/мин	315	315	800	315	400	630	500	315
Скорость резания v_{ϕ} , м/мин	111	111	13	82	104	85	130	109
Переход	2б	2в	3а	3б	4а	4б	4в	4г
Частота вращения n_{ϕ} , об/мин	315	400	500	355	355	355	250	250
Скорость резания v_{ϕ} , м/мин	109	138	10	11	11	11	9	11

8.5 Определение норм времени

Формула для определения:

- основного времени
$$T_o = \frac{Li}{ns},$$

Результаты расчета основного времени заносим в таблицу 8.6. Основное время на изготовление всего центросместителя составляет $T_o = 6,9$ мин.

Вспомогательное время (при обработке детали массой до 3 кг в патроне $T_{вс} = 0,47$).

Дополнительное время:

$$T_{доп} = 0,03(T_o + T_{вс}) = 0,03(6,9 + 0,47) = 0,22 \text{ мин.}$$

Подготовительное время $T_{пз} = 13 \dots 16 \text{ мин.} = 15 \text{ мин.}$

Штучно-калькуляционное время:

$$\begin{aligned} T_{ш.к.} &= T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{N} = T_o + T_{вс} + T_{доп} + \frac{T_{п.з.}}{N} = \\ &= 6,9 + 0,47 + 0,22 + 15/15 = 8,59 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Таблица 8.6 – Значения составляющих в формуле основного времени

Переход	Обозначение параметров										
	t	s	n	i	φ	l	l_1	l_2	l_3	L	T_0
	Наименование параметров										
	Глубина резания, мм	Подача, мм/об	Частота вращения, об/мин	Количество рабочих ходов	Главный угол в плане, град.	Длина обрабатываемого участка, мм	Длина врезания инструмента, мм	Длина перебега инструмента, мм	Длина снятия пробных стружек, мм	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин
1а	1	0,5	315	1	45	56	1	2	7	66	0,419
1б	2	0,5	315	1	45	0	2	0	0	2	0,013
1в	2,5	0,1	800	1	60	31	1,5	0	0	32,5	0,406
1г	1,85	0,5	315	8	0,89	39	0	0	7	46	2,337
1д	0,2	0,35	400	1	0,89	39	0	0	0	46	0,329
1е	1,5	0,5	630	4	0,89	19	0	0	7	26	0,330
1ж	1	0,5	500	1	45	0	1	0	0	1	0,004
2а	1	0,5	315	1	45	56	1	2	7	66	0,419
2б	1	0,5	315	1	45	29	1	2	7	39	0,248
2в	1	0,5	400	1	45	0	1	0	0	1	0,005
3а	3,25	0,2	500	1	60	13,5	1,9	2	0	16,4	0,656
3б	1,5	0,2	355	1	60	0	1,5	0	0	1,5	0,085
4а	2,5	0,2	355	1	60	5	0	0	0	5	0,070
4б	5	0,2	355	1	60	10	1,5	0	0	11,5	0,324
4в	6	0,3	250	1	60	15	3,5	2	0	20,5	1,093
4г	1	0,3	250	1	60	0	1	0	0	1	0,053

8.6 Оформление технологических документов

Карта технологического процесса (КТП) на изготовление центросместителя представлена на рисунках 8.3 – 8.6, карта эскизов (КЭ) – на рисунках 8.7 – 8.10.

Гост 3.14.04-86															Форма 1		
Дробь																	
Взам.																	
Подл.																	
Разработ.	ВГМУХА										К.		4	1			
Утв.											50 141 XXXXX						
Н. контр.	Корпус центросместителя										И						
M 01	Сталь 40 ГОСТ 380 - 94																
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ							
M 02		кз	2	1	0.61	0.77	09 5030	±115-32	1	2.61							
A	Цех 1	УЧ	РМ	Опер.	Код наименования операции			Обозначение документа									
B	Код наименования оборудования			СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Конт.	Тп.з	Тшт.			
P					ПМ	Д или В	Л	Т	Т	Т	С		П	У			
A 03	Токарная	005															
B 04	Станок токарно-двигательный 16К20						19149	5	1	1	мин.	1		12			6,7
O 05	1. Подрезать торец Z																
T 06	патрон трехшлицевой ГОСТ 2675-80 (пер. 1 - 7); резец подрезной Т15К6 16*25 ГОСТ 18880-73 (пер. 4, 5, 6)						115	66	1	1	0.5			315			122
P 07																	
O 08	2. Снять фаску 1																
T 09	резец проходной отогнутый Т15К6 16*25 ГОСТ 18877-73 (пер. 2, 7)																
P 10								2	2	1	0.5			315			135
O 11	3. Сверлить отверстие 6																
T 12	патрон сверлильный ГОСТ 8522-79, сверло спиральное Р6М5 ф5 ГОСТ 10902-77																
P 13								5	32,5	2,5	1	0.1		800			15
O 14	4. Точить поверхность 3 предварительно																
T 15	штангенциркуль 0-200 ГОСТ 166-89, штангенглубиномер 0-200 ГОСТ 162-90																
КТП																	

Рис. 8.3. Первый лист карты технологического процесса

Дц.бл.		Взам.		Подл.		Цех		Уч		РМ		Опер.		Код. наименования операции		Код. наименования оборудования		Обозначение документа										Форма 1а	

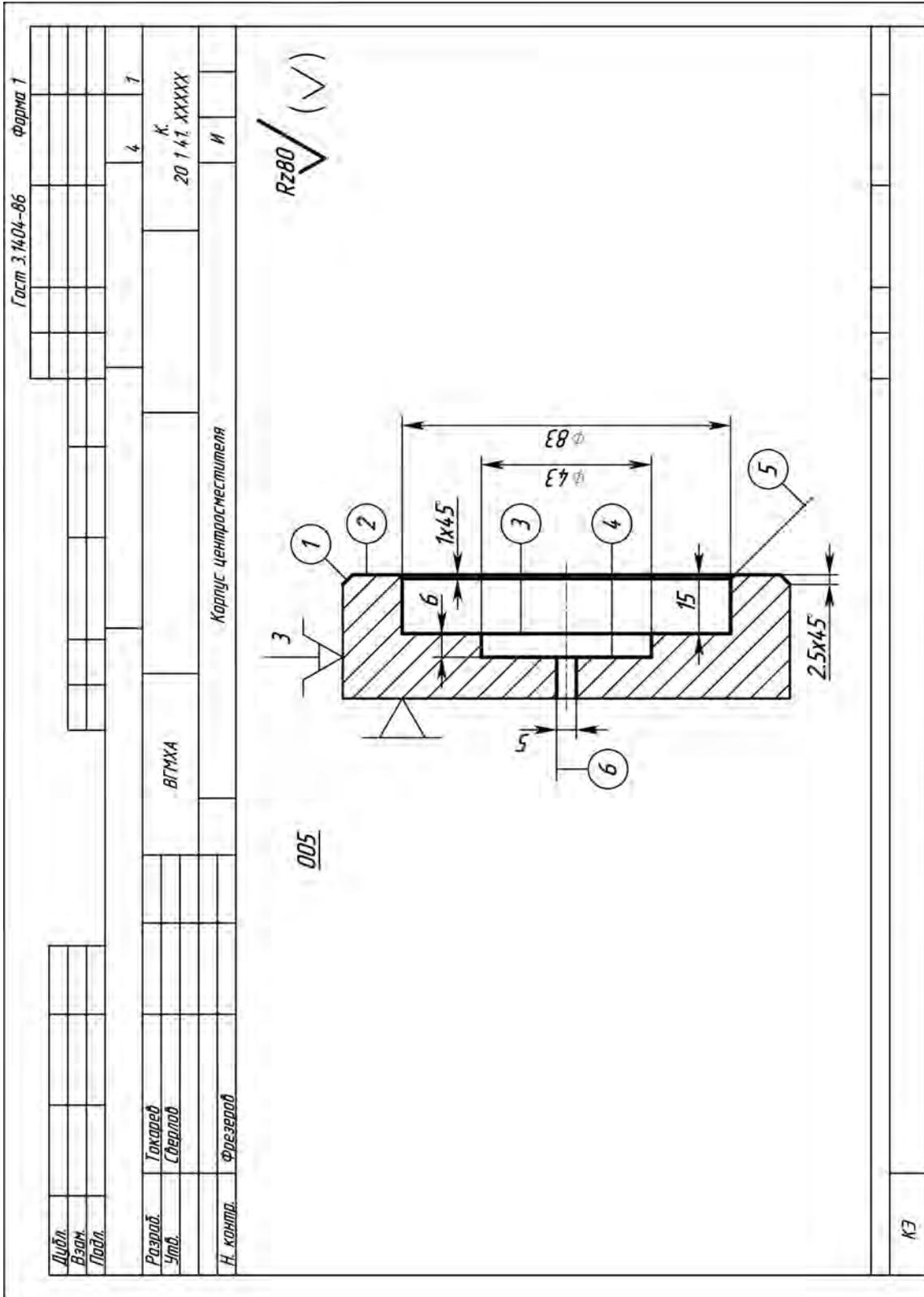


Рис. 8.7. Первый лист карты эскизов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. – М.: Высшая школа, 2011.
2. Зуев А.А. Технология машиностроения. – СПб.: Лань, 2013.
3. Зуев А.А., Цыплаков В.Г. Проектирование технологического процесса механической обработки деталей: методические указания к курсовому проекту. – СПб.: СПГАУ, 2011.
4. Морозенко С.Н. Карманный справочник токаря. – Киев: Южное отделение машгиза, 2012.
5. Некрасов С.С. Обработка материалов резанием. – М.: Колос, 2011.
6. Справочник металлиста / Ред. совет: Н.С. Ачеркан (предс.) и др.; под ред. С.А.Чернавского. – М.: Машиностроение, 2011. – 4 т.
7. Справочник машиностроителя / Ред. совет: Н.С. Ачеркан (предс.) и др.; под ред. Э.А. Сатель. – М.: Машиностроение, 2011. – 5 т.
8. ГОСТ 3.1103-82. ЕСТД. Основные надписи. – М.: Изд-во стандартов, 2011.
9. ГОСТ 3.1109-82. ЕСТД. Термины и определения основных понятий. – М.: Изд-во стандартов, 2011.
10. ГОСТ 3.1105-84. ЕСТД. Формы и правила оформления документов общего назначения. – М.: Изд-во стандартов, 2011.
11. ГОСТ 3.1107-84. ЕСТД. Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения. – М.: Изд-во стандартов, 2011.
12. ГОСТ 3.1404-86. ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием. – М.: Изд-во стандартов, 2012.
13. ГОСТ 3.1128-93. ЕСТД. Общие правила выполнения графических технологических документов. – Минск: Изд-во стандартов, 2013.
14. ГОСТ 3.1129-93. ЕСТД. Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции. – М.: Изд-во стандартов, 2013.
15. ГОСТ 3.1201-85. ЕСТД. Система обозначения технологической документации. – М.: Изд-во стандартов, 2012.
16. ГОСТ 3.1102-84. ЕСТД. Стадии разработки и виды документов. – М.: Изд-во стандартов, 2011.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Исходные данные	4
2 Выбор вида заготовки	4
3 Составление технологического маршрута механической обработки.....	5
4 Выбор режущих инструментов.....	7
5. Определение элементов режима резания.....	9
6 Определение норм времени.....	17
7 Оформление технологических документов.....	18
7.1 Оформление карты технологического процесса.....	19
7.1.1 Правила записи операций и переходов.....	28
7.1.2 Правила записи информации о применяемой технологической оснастке.....	30
7.1.3 Структура кодового обозначения документа.....	31
7.2 Оформление карты эскизов.....	33
8. Разработка технологических документов на изготовление корпуса центросместителя	38
8.1 Исходные данные	38
8.2 Выбор вида заготовки	38
8.3 Составление технологического маршрута механической обработки.....	38
8.4 Определение элементов режима резания.....	41
8.5 Определение норм времени.....	44
8.6 Оформление технологических документов.....	45
СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	54

Ответственный за выпуск Е.А. Берденников
Корректор Н.В. Степанова

Заказ № 4 –Р. Тираж 100 экз. Подписано в печать 15.01.2023 г.
Вологодская ГМХА 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Емельянова, 1