

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Методические рекомендации для
самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Б1.Б.10 Материаловедение. Технология конструкционных материалов

Направление подготовки 35.03.06. Агроинженерия

Профиль образовательной программы Электрооборудование и электротехнологии

Форма обучения очная

СОДЕРЖАНИЕ

1.Организация самостоятельной работы.....	3
2.Методические рекомендации по выполнению индивидуальных домашних заданий.....	4
2.1 Темы индивидуальных домашних заданий	4
2.2 Содержание индивидуальных домашних заданий.....	4
2.3 Порядок выполнения заданий.....	18
2.4 Пример выполнения задания.....	48
3 Методические рекомендации по самостоятельному изучению вопросов.....	65

1. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1.1. Организационно-методические данные дисциплины

№ п.п.	Наименование темы	Общий объем часов по видам самостоятельной работы				
		подготовка курсового проекта (работы)	подготовка реферата/эссе	индивидуальные домашние задания (ИДЗ)	самостоятельное изучение вопросов (СИБ)	подготовка к занятиям (ПкЗ)
1	Тема 1 Кристаллическое строение вещества.		х	1	2	
2	Тема 2 Пластическая деформация и рекристаллизация металлов.		х	1	2	
3	Тема 3 Железо и его сплавы.		х	2	2	
4	Тема 4 Углеродистые стали и чугуны.		х	1	2	
5	Тема 5 Теория термической обработки стали.		х	1	2	
6	Тема 6 Технология термической обработки стали.		х	2	2	
7	Тема 7 Легированные стали. Цветные металлы и сплавы. Электротехнические материалы.		х	1	2	
8	Тема 8 Порошковые, композиционные и неметаллические материалы.		х	1	3	
9	Тема 9 Основы литейного производства.		х	1	3	
10	Тема 10 Литейные сплавы. Специальные способы литья		х	1	3	
11	Тема 11 Теоретические основы обработки металлов давлением		х	2	3	
12	Тема 12 Производственные процессы обработки металлов давлением		х	1	3	
13	Тема 13 Теоретические основы сварки металлов		х	2	3	
14	Тема 14 Сварочные напряжения и деформации. Технологические основы сварки		х	1	3	
15	Тема 15 Свариваемость. Технологические особенности сварки сталей		х	1	6	
16	Тема 16 Сварка чугуна. Наплавка. Пайка.		х	1	4	
17	Тема 17 Основные сведения о процессе резания металлов и режущем инструменте		х	2	3	
18	Тема 18 Физические основы процесса резания металлов. Силы и скорость резания при точении.		х	2	3	
19	Тема 19 Назначение режимов резания. Классификация металлорежущих станков. Условные обозначения и схемы коробок скоростей.		х	2	3	
20	Тема 20 Обработка материалов на металлорежущих станках.		х	2	4	
21	Тема 21 Физико-химические способы обработка металлов. Станки с ЧПУ.		х	2	4	

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ

Индивидуальные домашние задания выполняются в форме расчетно-проектировочной работы.

2.1 Темы индивидуальных домашних заданий

- 2.1.1 Разработка технологического процесса термической обработки стали.
- 2.1.2 Разработка технологического процесса горячей обработки конструкционных материалов
- 2.1.3 Назначение режимов резания при точении материалов.

2.2 Содержание индивидуальных домашних заданий

Варианты заданий для выполнения ИДЗ по курсу: Материаловедение. Технология конструкционных материалов»:

2.2.1 Разработка технологического процесса термической обработки стали. Варианты

<i>№ варианта</i>	<i>Наименование изделия</i>	<i>Марка стали</i>	<i>Твердость после ТО</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1.	Вал	30ХН3А	HB280-330
2.	Шатун ДВС	20ХН4ФА	HB 260-280
3.	Фреза	9ХС	HRC 62-65
4.	Звездочка цепной передачи	20Х	HRC 54-62 (поверхности) HB 150-170 (сердцевины)
5.	Кольцо подшипника	ШХ15	HRC 61-63
6.	Шарики подшипника	ШХ15СГ	HRC 62-66
7.	Полуось	30ХГР	HB 350-400
8.	Напильник	У13	HRC 62-63
9.	Штамп для холодного деформирования	ХВГ	HRC 62-63
10.	Пружина	60С2ХФА	HB 420-470
11.	Метчик	У12	HRC 60-62
12.	Рессора	65Г	HRC 45-50
13.	Зубило	У7А	HRC 57-59
14.	Плунжер топливного насоса	15 ХФ	HRC 56-62 (поверхности) HB 250-290 (сердцевины)
15.	Лемех картофелекопалки	50	HB 350-450
16.	Клапан ДВС	40Х10С2М	HB 180-250
17.	Штамп для ГОМ	5ХНВ	HRC 56- 62
18.	Шестерня полуоси	20ХГР	HB 260-320 (поверхности) HB 150-170 (сердцевины)
19.	Пружина	60С2А	HB 400-480
20.	Плашка	У10А	HRC 59-61
21.	Коленчатый вал ДВС	40ХФА	HB 250-280
22.	Шестерня	40ХГР	HRC 56-58
23.	Фреза	P6M5	HRC 58-61
24.	Болт шатунный	38ХН3ВА	HB350-420

<i>№ варианта</i>	<i>Наименование изделия</i>	<i>Марка стали</i>	<i>Твердость после ТО</i>
25.	Штамп для холодной ОМД	X12МФ	HRC 60-62
26.	Палец поршневой	20	HRC 56-62 (поверхности)
27.	Крестовина кардана	20ХГНТР	HRC 56-62 (поверхности) HB 250-290 (сердцевины)
28.	Плашка резьбовая	9ХВГ	HRC 58-62
29.	Пружина	50С2	HB 370-400
30.	Шестерня	20ХН	HRC 58-62
31.	Болт стяжной	Ст5	HB 210-230
32.	Шпиндель	Ст6	HRC 35-40
33.	Гильза цилиндра ДВС	38Х2МЮА	HV 750-1000
34.	Штамп чеканочный	4ХВС	HRC 48-50
35.	Штамп обрезной	X12М	HRC 62-65
36.	Развертка	хвсг	HRC 61-63
37.	Толкатель	25ХГСА	HB 240-280
38.	Метчик	20ХГНР	HRC 56-62
39.	Распределительный вал		(поверхности) HB 360-420 (сердцевины)
40.	Пружина	60С2ХФА	HB 360-400
41.	Зубило	У8	HRC 52-57 (Рабочая часть)
		20Х2Н4А	HRC 58-62
42.	Поршневой палец		(поверхности) HB 290-350 (сердцевины)
43.	Шестерня коробки передач	30ХГТ	HRC 56-63 (поверхности) HB 360-410 (сердцевины)
44.	Отвал плуга	15	HB450
45.	Штамп для пресса	5ХНВС	HRC 45-47
46.	Коленчатый вал	40ХНМА	HRC 56-58 (поверхности) HB 210-250 (сердцевины)
47.	Штамп для ГОМ	5ХНМ	HRC 45-58
48.	Валик водяного насоса	45	HRC 50-55
49.	Сверло	P18	HRC 61-63
50.	Развертка	У12	HRC 62-64
51.	Рессора автомобильная	50ХФА	HRC 42 - 48
52.	Коническая шестерня	20ХН3А	HRC 56-62
53.	Вал коробки передач	45Х	HRC 30-35
54.	Топор	У8	HRC 50-56 (лезвие)
55.	Кернер	У7А	HRC 52-57 (рабочая часть)

2.2.2 Разработка технологического процесса горячей обработки конструкционных материалов

Цель работы. Изучение методики и овладение навыками расчета технологического процесса литья в песчанно-глинистую форму, свободнойковки и сварки металлов.

Согласно варианту произвести разработку технологического процесса горячей обработки конструкционных материалов.

2.2.2.1 Разработка технологического процесса получения отливки.

Задание:

1. Определить состав шихты для получения марки чугуна согласно варианта.
2. Для заданной детали спроектировать и заэскизировать модель отливки, стержень и литниковую систему.
3. Разработать технологию и составить карту основных операций изготовления формы.
4. Изобразить собранную форму с указанием ее элементов.
5. Составить отчет.

Таблица 1. Состав серого чугуна и угар элементов

Вариант	Марка	Содержание элементов, %					Угар, %	
		C	Si	Mn	P	S	Si	Mn
1	СЧ10	3.5 - 3.7	2.2 - 2,6	0.5 - 0.8	0.3	0,15	10	20
2	СЧ 15	3.5 - 3.7	2.0 - 2,4	0,5 - 0.8	0.2	0,15	15	17
3	СЧ20	3.3-3.5	1.4 - 2.4	0.7- 1.0	0,2	0,15	14	15
4	СЧ25	3.2 - 3.4	1.4-2.2	0.7 - 1.0	0,2	0,15	12	18
5	СЧ30	3,0-3,2	1,3-1,9	0,7-1,0	0,2	0,12	10	20
6	СЧ35	2,9-3,0	1,2-1,5	0,7-1,1	0,2	0,12	14	15
7	СЧ40	2,5-2,7	2,5-2,9	0,2-0,4	0,02	0,02	10	20
8	СЧ45	2,2-2,4	2,5-2,9	0,2-0,4	0,02	0,02	11	20

Таблица 2 Задания. Размеры деталей

Вариант задания	Шифр детали	Размеры детали, мм					
		L	L ₁	L ₂	D	D ₁	d
1.	I	300	180	60	240	150	60
2.	I	200	160	20	140	100	60
3.	I	400	300	50	300	200	100
4.	I	240	180	60	250	190	55
5.	I	180	140	40	320	140	70
6.	I	300	220	80	400	100	35
7.	I	250	230	20	200	100	50
8	I	200	180	20	160	80	30

Таблица 3. Эскиз детали

Шифр детали	Эскиз детали
I	

2.2.2.2. «Разработка технологического процесса изготовления поковки»

Задание. Для заданной детали:

1. Составить эскиз поковки.
2. Рассчитать размеры и массу заготовки.
3. Выбрать кузнечное оборудование и инструмент.

4. Выбрать нагревательное устройство и определить режимы нагрева и охлаждения заготовки.
5. Выполнить техническое нормирование.
6. Назначить кузнечные переходы.
7. Составить технологическую карту на изготовление поковки.

Задания по вариантам. Размеры деталей.

Вариант	Шифр поковки	Размеры детали в мм							
		L (H)	Д	Д ₁	Д ₂	l	l ₁	l ₂	
9	1	300	180	100	180	150	80	70	
10	1	220	190	40	80	80	90	50	
11	1	260	100	65	90	90	100	70	
12	1	380	175	110	175	190	100	90	
13	1	120	70	40	70	30	90	25	
14	1	180	90	60	70	50	60	70	
15	1	220	100	70	90	80	100	40	
16	1	190	85	45	80	40	100	50	

Задания. Эскизы деталей

Шифр детали	Эскиз детали
1.	

2.2.2.3 Проектирование технологического процесса ручной электродуговой сварки

Задание.

1. Выбрать форму кромок свариваемых элементов, их размеры и размеры шва.
2. Определить диаметр, тип и марку электрода, а также параметры режима сварки.
3. Выбрать источник сварочного тока.
4. Рассчитать массу наплавленного металла и потребного количества электродов.
5. Рассчитать норму времени и скорость сварки.
6. Составить технологическую карту.

Задания по вариантам

Вариант	Материал	Толщина элементов в, мм	Тип сварного соединения	Нагрузка кН
17	Ст 2сп	3	Стыковое	50
18	Ст 4 сп	5	То же	75
19	Ст 5сп	8	- “ -	120
20	40	10	- “ -	150
21	25	12	Угловое	200
22	60	15	- “ -	300

9

1. HRC 45... 48
2. Предельные отклонения размеров по В7.

Констр.		Палец	3	14-14
Пров.		Сталь У8А	11	
Отдел		ГОСТ 1435-54*		

10

1. HRC 40... 45
2. Неуказанные предельные отклонения размеров по В7.

Констр.		Палец	4	24-6
Пров.		Сталь 50	М	
Отдел		ГОСТ 1050-60*		

11

1. HRC 46... 48
2. Неуказанные предельные отклонения размеров по В7.

Констр.		Фиксатор	2	24
Пров.		Сталь 50	М	
Отдел		ГОСТ 1050-60*		

12

Неуказанные предельные отклонения размеров по В7.

Констр.		Шток	1	24-22
Пров.		Сталь 45	М	
Отдел		ГОСТ 1050-60*		

13

Неуказанные предельные отклонения размеров по В7.

Констр.		Винт	6	24-21
Пров.		Сталь 10	М	
Отдел		ГОСТ 1050-60*		

14

1. HRC 40... 45
2. Неуказанные предельные отклонения размеров по В7.

Констр.		Палец	2	25-22
Пров.		Сталь 45	М	
Отдел		ГОСТ 1050-60*		

15

Неуказанные предельные отклонения размеров по В7.

Констр.		Винт регулировочный	1	25-23
Пров.		Сталь 45	М	
Отдел		ГОСТ 1050-60*		

16

1. Неуказанные предельные отклонения размеров по В7.
2. * Обработать по детали 12.

Констр.		Шпилька	1	27-14
Пров.		Сталь 45	М	
Отдел		ГОСТ 1050-60*		

17

1. HRC 40... 45
2. Неуказанные предельные отклонения размеров по В7.

Констр.		Колонка	2	27-9
Пров.		Сталь 45	М	
Отдел		ГОСТ 1050-60*		

18

2.3 Порядок выполнения заданий

Методические рекомендации для выполнения ИДЗ по курсу: Материаловедение. Технология конструкционных материалов»

2.3.1 раздел «Материаловедение»

Согласно варианта задания вам представлены деталь или инструмент изготовлены из стали определенной марки. Расшифруйте химический состав, обоснуйте и назначьте режим термической обработки изделия (требования к механическим свойствам детали или инструмента и соответствующий режим ТО: температура закалки, охлаждающая среда, температура отпуска или температура отжига, режим химико-термической обработки). Приведите схемы микроструктур стали в равновесном (исходном) состоянии и после термообработки, опишите их.

Примерная последовательность изложения материала

Краткие пояснения о назначении изделия, характеристика условий его работы и предъявляемые к нему требования.

Марка стали. Группа по качеству. Химический состав.

Особенности термической упрочняющей обработки.

Рисунок структуры стали в исходном состоянии (в состоянии поставки проката, поковок) с подрисуночной подписью и расшифровкой структурных составляющих.

Предварительная операция (например, отжиг с целью измельчения зерна или перевода пластинчатого перлита в зернистый). Рисунок структуры стали после указанной операции.

Режим основной термической обработки: температура нагрева (при необходимости, скорость и характер процесса нагрева заготовки); используемая при этом среда.

Структурные превращения (рисунок структуры стали с подрисуночной подписью и расшифровкой структурных составляющих).

Продолжительность выдержки. Структура стали при температуре нагрева (T закалки, T нормализации [T_z , T_n] и т.п.).

Охлаждение (способ: в одном охладителе или в двух средах, ступенчатое и др.). Если целесообразно - обработка холодом. Структурные превращения. Полученная структура стали и показатели механических свойств.

Отпуск закалённой стали.

Вид отпуска (низкий, средний, высокий).

Температура нагрева, выдержка (сущность происходящего при этом превращения), охлаждение.

Полученная окончательно структура (рисунок структуры стали с подрисуночной подписью и расшифровкой структурных составляющих) и её характеристика (состав).

...

2.3.2 Разработка технологического процесса горячей обработки конструкционной материалов

2.3.2.1. Разработка технологического процесса получения отливки.

Последовательность изложения материала

1. Расчета количественного состава шихты

В чугунолитейном производстве шихта составляется из доменных чушковых (литейных) чугунов и металлолома известного состава. Задача сводится к определению марок чушкового чугуна, а затем их соотношения.

Методика графического расчета. На листе миллиметровой бумаги строят график, на который в координатах "Содержание кремния - содержание марганца" наносят точки, соответствующие составам имеющихся на складе чушковых чугунов и металлолома. Точки нумеруют порядковыми номерами таблицы 3 и соединяют прямыми линиями. При этом образуется многоугольник (рис. 1а). Затем наносят на график точку А,

соответствующую химическому составу шихты

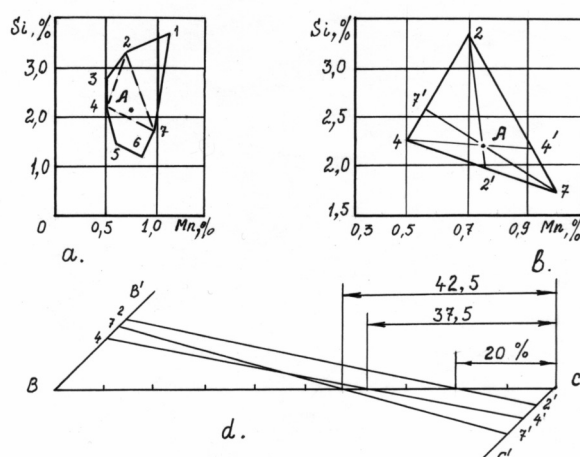


Рис 1. Графический расчет шихты
Таблица 3. Состав чушкового чугуна

Марка чугуна	чушкового	Химический состав %		
		Углерод	Кремний	Марганец
1 ЛК - 0		3,5 - 4,0	3,26 - 3,75	0,5 - 1,3
2 ЛК - 1		3,6 - 4,1	2,76 - 3,25	0,5 - 1,3
3 ЛК - 2		3,7 - 4,2	2,26 - 2,75	0,5 - 1,3
4 ЛК - 3		3,8 - 4,3	1,76 - 2,25	0,5 - 1,3
5 ЛК - 4		3,9 - 4,4	1,26 - 1,75	0,5 - 1,3
6. ЧВ 2		3,7 - 4,4	0,5 - 1,0	0,2 - 0,6
7. Чугунный лом		2,8 - 3,3	1,5 - 2,2	0,6 - 1,0

Если точка А располагается внутри многоугольника, то это означает, что для отливки из заданного чугуна можно составить шихту из имеющихся шихтовых материалов. Если точка А располагается на прямой, соединяющей две точки многоугольника, то шихту можно составить из двух компонентов. Наконец, если точка А располагается вне многоугольника, это означает, что шихту из этих материалов составить нельзя. Чаще всего, шихта составляется из 3-х компонентов, один из которых - чугунный лом. Поэтому из имеющихся на графике точек выбирают и строят треугольник, с таким расчетом, чтобы точка А оказалась внутри и чтобы одной из вершин этого треугольника являлась точка 7 (чугунный лом). Построением такого треугольника решается задача выбора *качественного состава шихты*. В нашем примере шихта составляется из чушковых чугунов ЛК-1, ЛК-3 и чугунного лома (точки 2, 4, 7).

Для определения количественного соотношения выбранных шихтовых материалов в построенном треугольнике проводят прямые линии (рис. 1б) из вершины каждого угла через точку А до пересечения с противоположной стороной. В результате получают отрезки линий, разделенных точкой А. Эти отрезки используют для определения количественного состава шихты, для чего строят еще один график (рис. 1д). При этом берут отрезок произвольно выбранной прямой ВС и делят его на 100 равных частей. Каждая часть соответствует 1 % или 1 кг. Из точек В и С под произвольным углом проводят две параллельные прямые ВВ' и СС'. На прямой ВВ' откладывают отрезки, расположенные между вершинами треугольника и точкой А, а на прямой СС' откладывают отрезки расположенные между точкой А и противоположными сторонами треугольника. Полученные точки соединяют прямыми линиями, которые на прямой ВС

отсекут отрезки, соответствующие *количественному соотношению* выбранных компонентов.

В нашем примере получен следующий состав шихты.

1. Чугун ЛК -1 (Si =3,3 %, Mn = 0,7 %) - 20 %
2. Чугун ЛК - 3 (Si = 2,25 %, Mn = 0,5%) -37,5%
3. Чугунный лом (Si = 1,7%, Mn= 1,0 %) - 42,5 %

2. Проектирование модели отливки

2.1. Общие положения

Модель - приспособление, предназначенное для получения рабочей полости в литейной форме. Основным исходным документом для разработки чертежа (эскиза) модели, стержневого ящика и отливки является чертеж детали, который выполняется с простановкой всех технологических указаний, необходимых для изготовления модельного комплекта, формы и стержней.

При конструировании модели и стержневого ящика на чертеже (эскизе) детали указываются: плоскость разъема модели и литейной формы, положение отливки в форме, стержни и их знаки, чистота (шероховатость) обрабатываемых поверхностей, припуски на механическую обработку, формовочные уклоны и галтели.

2.2. Обозначения разъемов модели и формы

Прямую плоскость разъема модели и формы изображают прямым отрезком основной линии (ломаную плоскость - ломаным отрезком), над которым проставляют буквенное обозначение разъема МФ (если модель неразъемная - только Ф). Направление разъема изображают сплошной основной линией, ограниченной стрелками и перпендикулярной линии разъема.

2.3. Выбор поверхности разъема формы делают

с учетом следующих положений:

форма и модель, по возможности, должны иметь одну, желательно плоскую горизонтальную, поверхность разъема;

в симметричных изделиях плоскость разъема должна проходить через ось симметрии;

всю отливку, если позволяет конструкция, нужно располагать в одной (лучше в нижней) полуформе во избежание перекосов;

модель должна свободно извлекаться из формы.

2.4. Положение отливки в форме

Наиболее ответственные рабочие части, плоские протяжённые поверхности; места, подлежащие механической обработке, по возможности, располагать внизу, в крайнем случае - вертикально или наклонно. Это уменьшит вероятность образования газовых, земляных, шлаковых и усадочных раковин.

Формы для отливок, имеющих конфигурацию тел вращения (гильзы, втулки, барабаны) с обрабатываемыми наружными и внутренними поверхностями лучше заливать в вертикальном положении. Иногда формовку выполняют в одном положении, а заливают форму в другом.

Положение отливки в форме обозначают буквами **В** (верх) и **Н** (низ), которые проставляют у стрелок, указывающих направление разъема формы.

2.5. Определение припусков на механическую обработку

Отливки используются в основном в качестве заготовок, которые подвергаются дальнейшей механической обработке с целью получения заданных размеров и необходимой чистоты (шероховатости) поверхности. С этой целью на поверхностях отливки, подлежащих механической обработке, предусматривают припуски. **Припуски** назначают в зависимости от габаритных размеров отливки, класса точности деталей и

положения обрабатываемой поверхности в форме при заливке ее жидким металлом. Припуск для обрабатываемой поверхности в верхней части отливки выбирают больше, чем для поверхностей, расположенных в нижней и боковой частях отливки. Это объясняется скоплением газов и неметаллических включений в верхних частях отливок.

В соответствии с ГОСТом 26645-85 припуски на обработку (на сторону) устанавливают в зависимости от допусков размеров отливки дифференцированно для каждого элемента. Допуски определяют в зависимости от номинальных размеров отливок.

Классы точности отливок зависят от способа литья, наибольших габаритных размеров отливок, вида сплава. Для отливок из серого чугуна с габаритами до 630 мм, получаемых в песчаных формах классы точности назначают от 7-го до 12-го. Для сложных (со стержнем) отливок, получаемых мелкосерийно и индивидуально можно принять 10 класс.

Таблица 1. Допуски линейных размеров отливок по 10 классу точности

Номинальный размер, мм	17-25	26-40	41-63	64-100	101-160	161-250	251-400
Допуск, мм	2,0	2,2	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0

Для тех же условий ряды припусков 2-4. Принимаем 4-й ряд (табл.2).

Таблица 2. Основные припуски на механическую обработку отливок

Допуски размеров отливок, мм	1,61 -2,00	2,01-2,40	2,41-3,00	3,01-4,00
Основной припуск, мм: низ или бок,	3,4-4,2	3,8-4,6	4,2-5,0	5,0-6,5
верх отливки	4,2-5,0	4,6-5,5	5,0-6,5	5,5-7,0

Указания. Составить таблицу, в верхней строке которой проставить все номинальные (измеряемые при механической обработке) размеры обрабатываемых поверхностей. Во второй строке записать выбранные из табл. 1 допуски и в третьей строке - соответствующие им припуски.

Нанести припуски на эскиз детали. Припуск обозначают тонкой сплошной линией у обрабатываемой поверхности. Значение припуска проставляют перед знаком шероховатости поверхности детали.

2.6. Формовочные уклоны.

Формовочными называют уклоны, выполненные на вертикальных стенках модели, стержневых ящиков, а также на углублениях и выступах элементов модельного комплекта. Если в отливке предусмотрены конструктивные уклоны, то формовочные не делают.

Формовочные уклоны выполняют в направлении извлечения модели из формы или стержня из ящика. Значения уклонов принимать по табл.3

Таблица 3. Формовочные уклоны поверхностей, образующих полость формы, β

Высота h поверхности модели, извлекаемой из формы, мм	Деревянная модель	Металлическая или пластмассовая модель
До 20	3°	$1^\circ 30'$
21-50	$1^\circ 30'$	1°
51-100	1°	$0^\circ 45'$
101-200	$0^\circ 45'$	$0^\circ 30'$
201-300	$0^\circ 30'$	$0^\circ 30'$
301-800	$0^\circ 30'$	$0^\circ 20'$

Формовочные уклоны на обрабатываемых поверхностях отливки следует выполнять сверх припуска на механическую обработку, на необрабатываемых поверхностях - в зависимости от того сопрягаются они или не сопрягаются с другими деталями.

2.7. Припуск на усадку сплава

Усадкой называют уменьшение объема сплава при его кристаллизации и при охлаждении в твердом состоянии. На усадку данного сплава влияют размеры и форма отливки, свойства формовочных материалов. Так, крупные и круглые полые отливки практически не дают усадки по диаметру, в то время как по высоте она будет. Усадка может быть неполной из-за торможения ее литейной формой.

Предположим, что усадка заданной отливки равномерна во всех направлениях и составляет для серого чугуна 0,8%. Нужно вычислить значения усадки для габаритных размеров отливки и отверстий под стержни. Полученные значения учесть при выполнении эскиза модели.

2.8. *Галтели* - закругления внутренних углов модели (и отливки). Галтели предотвращают осыпание формовочной смеси при извлечении модели из формы. Радиусы галтелей составляют от 1/5 до 1/3 средней арифметической толщины сопряженных стенок отливки, т.е. или $0,5(a + b)$.

Стандартные значения радиусов выбрать из ряда: 5, 8, 10, 15, 20, 25, 30 и 40 мм.

3. Проектирование стержня

Стержень - это элемент литейной формы, служащий для образования отверстия (внутренней полости) отливки. Диаметр (толщина) стержня рассчитывается исходя из соответствующего размера внутренней полости детали с учетом припусков на механическую обработку и усадку материала по формуле

$$D_{\text{ст}} = D_{\text{отв.}} - 2\delta + \varepsilon,$$

где $D_{\text{отв.}}$ - диаметр отверстия детали, мм;

δ - припуск на механическую обработку, мм;

ε - усадка отливки по диаметру отверстия, мм.



Таблица 4. Длина горизонтальных и высота нижних вертикальных знаков

Диаметр стержня, мм	Размеры знаков, в мм не более при длине стержня, в мм															
	до 50		51-80		81-120		121-180		181-250		251-315		316-400		401-500	
	гор	вер	гор	вер	гор	вер	гор	вер	гор	вер	гор	вер	гор	вер	гор	вер
до 30	20	20	25	30	30	30	35									
31-50	20	20	25	35	30	35	35	35	45	50	50	60		60		70
51-80	20	25	25	35	30	35	40	35	50	40	55	50	60	60	70	70
81-120	20	25	25	35	35	35	45	35	55	40	60	50	70	60	80	70

Высоту верхних вертикальных знаков принимают не более 0,5 высоты нижних.

Таблица 5. Уклоны знаков в градусах

Высота знака, мм	Знак вертикального стержня		Знак горизонталь- ного стержня, α
	нижний	верхний	
до 30	10	15	4
31 - 50	7	10	3
51 - 80	6	8	2

Примечание. Высота горизонтального цилиндрического знака принимается равной половине его диаметра.

На чертеже детали стержни и их знаки изображаются сплошной тонкой линией с нанесением штриховки по контуру.

После определения припусков, уклонов, радиусов галтелей и проектирования стержня эскиз детали дополняется элементами литейной технологии (рис.1) и вычерчивается эскиз модели с указанием всех линейных и угловых размеров (рис.2).

4. Расчёт литниковой системы

Литниковая система служит для подвода металла в полость литейной формы, улавливания шлака и состоит из литниковой чаши, стояка, шлакоуловителя и выпоров (рис.3).

Стояк и выпоры имеют форму усеченного конуса с уклоном от 3 до 5°. Шлакоуловитель и питатель в поперечном сечении имеют форму трапеции.

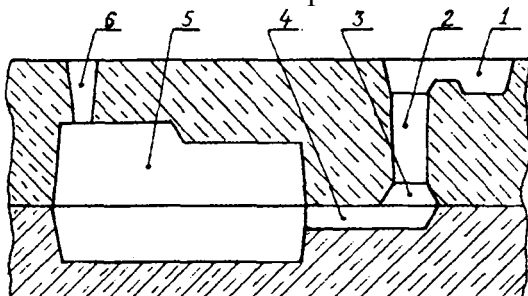


Рис. 3. Литниковая система:

1-литниковая чаша; 2-стояк; 3-шлакоуловитель;
4-питатель; 5-рабочая полость; 6-выпор

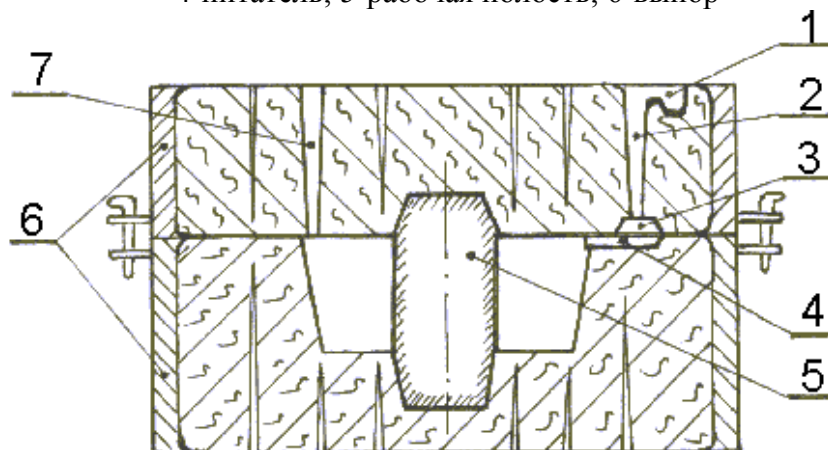


Рис. 4. Литейная форма:

1-чаша; 2-стояк; 3-шлакоуловитель; 4-питатель;
5-стержень; 6-опоки; 7-выпор

При формовке шлакоуловитель, стояк, литниковая чаша и выпоры располагаются в

верхней полуформе, а питатели - в нижней.

Расчет литниковой системы сводится к определению площади поперечных сечений ее элементов.

Площадь сечения питателя можно определить по эмпирической формуле

$$F_{\text{п}} = C \sqrt{M}, \quad \text{см}^2$$

где C - к-т, зависящий от средней толщины стенки отливки;

M - масса отливки, кг.

Таблица 6. Значения коэффициента C

Толщина стенок отливки, мм	Значение коэффициента C
до 5	0,8
8-15	0,65
15-30	0,55
свыше 30	0,50

Площадь сечений шлакоуловителя и стояка в основании определяется из соотношения

$$F_{\text{п}} : F_{\text{шл}} : F_{\text{ст}} = 1,0 : 1,1 : 1,5$$

Сечение выпора принимают равным 0,6 - 0,85 сечения стояка.

Для предупреждения образования усадочных раковин в некоторых (например, толстостенных) отливках необходимо предусмотреть специальные приливы - прибыли, масса расплава в которых принимается от 0,8 до 1,5 массы питаемого узла.

5. Выбор основных операций изготовления литейной формы

Последовательность выполнения операций формовки и их содержание зависят от вида модели (разъемная или неразъемная), наличия или отсутствия стержней, размеров отливки и других факторов.

Для мелких (до 100 кг) и средних ($M > 100$ кг) отливок ручное изготовление формы в двух опоках по разъемной модели со стержнем можно назначить в следующем порядке.

1. На подмодельную плиту установить нижнюю часть модели, модель питателя (рис. 4) и нижнюю опоку разъемом вниз.

2. Просеянную облицовочную смесь уплотнить руками на полумоделе слоем 20-30 мм.

3. Насыпать в опоку слой наполнительной смеси высотой 50 - 70 мм и уплотнить его трамбовкой. Повторять эту операцию до получения небольшой выпуклости над краями опоки.

4. Срезать линейкой излишки формовочной смеси и сделать иглой вентиляционные каналы.

5. Повернуть нижнюю опоку на 180° , установить на нее верхнюю опоку. На нижнюю часть модели установить ее верхнюю часть, разместить модели шлакоуловителя 3, стояка 2 и выпоров 7.

6. Плоскость разъема посыпать разделительным песком и повторить операции формовки 2,3,4.

7. Вырезать литниковую чашу 1 и извлечь модели стояка и выпоров.

8. Верхнюю полуформу снять и установить на плиту плоскостью разъема вверх.

9. Извлечь половинки модели отливки, модели шлакоуловителя и питателя. Исправить поврежденные места формы гладилками, ланцетами, ложечками.

10. Рабочую полость формы припылить серебристым графитом. В отпечатки

нижней полуформы установить стержень 5, форму собрать под заливку металлом.

Заполнить карту операций изготовления литейной формы (табл.7).

Таблица 7. Карта основных операций изготовления формы

Наименование операции	Применяемый инструмент

2.3.2.2. «Разработка технологического процесса изготовления поковки»

Последовательность изложения материала

1. Составление чертежа поковки

Чертеж (эскиз) поковки составляется по чертежу детали. Размеры поковки по сравнению с размерами готовой детали корректируются с учетом припуска на механическую обработку. Кроме того, на все размеры поковки назначаются допуски. Припуски и допуски на поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые свободной ковкой на молотах, регламентированы ГОСТ 7829-70. Припуски на диаметры круглых поковок (валов) с выступами и уступами назначаются по табл. 1. При этом, припуски на длину уступов принимаются кратными припуску на диаметр выступа наибольшего сечения, а припуск на общую длину поковки принимают равным 2,5 припуска на диаметр наибольшего сечения

Припуски на поковки-цилиндры, кольца и т.п. назначаются по таблице 2.

Покówki сложной формы иногда получают с *напуском* -дополнительным объемом металла (под канавки, стопорные кольца), который упрощает форму поковки и процессковки.

Указание I. Припуски на все номинальные размеры записать в отчет по лабораторной работе. Для упрощения расчета предельные отклонения не указывать.

Таблица 1. Припуски и предельные отклонения на диаметры для поковок - валов

Длина детали, мм	Припуски и предельные отклонения при диаметре детали D, мм						
	до 50	св. 50 до 70	св. 70 до 90	св. 90 до 120	св. 120 до 160	св. 160 до 200	св. 200 до 250
До 250	5+2	6±2	8±2	9±3	-	-	-
Св. 250 до 500	6±2	7+2	8±2	9±2	10±3	11±3	12+3
Св. 500 до 800	7±2	8±2	9±3	10±3	11±3	12±3	13±4

Таблица 2. Припуски и предельные отклонения на поковки - диски, втулки с отверстиями, мм

Диаметр детали, мм	Размеры детали. На которые на значают припуски	Припуски и предельные отклонения при высоте детали Н, мм							
		до 50	св 50 до 65	св 65 до 80	св 80 до 100	св 100 до 125	св 125 до 150	св 150 до 180	св 180 до 215
Св 80 до 110	Н	7±2	8±2	8±2	9±2	10±3	11±3	12±2	-
	D.L.B	7±2	8±2	9±2	10±2	10±2	11±3	12±4	-
	d	14±2	15±2	15±2	16±2	16±2	17±3	18±4	-
Св.110 до 150	Н	7±2	8±2	9±2	9±2	10±2	11±3	12±4	13±4
	D.L.B	9±2	9±2	10±2	11±3	11±3	12±4	13±4	14±5
	d	15±2	16±2	16±2	17±3	17±3	18±4	19±4	20±5
св.150 до 200	Н	7±2	8±2	8±2	9±2	10±3	11±3	12±3	13±4
	D.L.B	10±3	10±3	11±3	12±4	12±4	13±4	13±5	14±5
	d	16±3	17±3	17±3	18±4	18±4	19±4	19±4	20±5
Св.200 до 250	Н	8±3	9±3	9±3	10±3	11±4	12±4	13±4	14±5
	D.L.B	11±3	11±3	12±3	13±4	13±4	14±4	14±4	15±5
	d	17±3	18±3	18±3	19±4	19±4	20±4	20±4	21±5

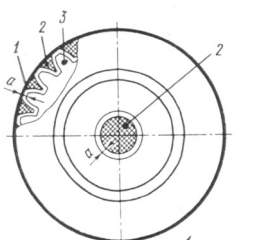


Рис. 1. Припуски и напуски на поковке шестерни:
1 – контур поковки, 2 – напуск,
3 – контур готовой детали: d – припуск на обработку резанием.

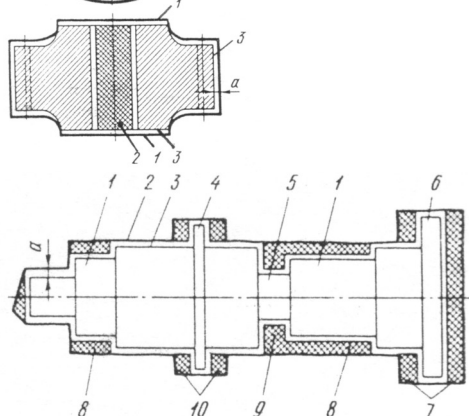


Рис. 2. Припуски и напуски поковки ступенчатого вала:
1 – уступ, 2, 3 – контуры поковки и готовой детали, 4 – бурт, 5 – выемка, 6 – фланец,
7. . . 10 - напуски на фланец выемку и бурт.

Эскиз поковки рекомендуется выполнять отдельно. Допустимо совмещение эскизов поковки и детали как это показано на рис. 1.

2. Расчет массы и размеров заготовки

Исходной заготовкой для свободнойковки мелких и средних поковок служит прокат. Расчет заготовки из проката включает в себя определение ее объема, массы, поперечного сечения и длины. Объем заготовки определяется из уравнения

$$V_{\text{заг.}} = V_{\text{пок.}} + V_{\text{обс.}} + V_{\text{уг.}}, \quad (1)$$

где $V_{\text{пок.}}$ - объем поковки. Определяется как сумма элементарных объемов, на которые разбивают поковку;

$V_{\text{обс.}}$ - объем обсечек, принимается равным 5-8 % от объема заготовки;

$V_{\text{уг.}}$ - угар металла (окалину) принимаем равным 2-5% от $V_{\text{заг.}}$.

В среднем можно принять $(V_{\text{обс.}} + V_{\text{уг.}}) \cong 10\%$ от объема заготовки. Тогда уравнение (1) преобразуется следующим образом

$$V_{\text{заг.}} = V_{\text{пок.}} + 0,1V_{\text{заг.}}; \quad 0,9V_{\text{заг.}} = V_{\text{пок.}} \quad (2)$$

$$V_{\text{заг.}} = V_{\text{пок.}}/0,9 \quad (3)$$

Указание 2. Все промежуточные расчетные данные при определении объема поковки свести в таблицу 3.

Таблица 3. К расчету объема поковки

Элементарный объем V_i	Площадь сечения F_i , см^2	Длина (высота) l_i , см	Объем V_i , см^3
I			
II			
III			

При изготовлении пустотелых поковок в расчет принимается еще объем выдры $V_{\text{в.}}$. Тогда

$$0,9V_{\text{заг.}} = V_{\text{пок.}} + V_{\text{в.}} \quad (4)$$

При прошивке сплошным прошивком с подкладными кольцами

$$V_{\text{в}} = 0,75 \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h_{\text{в}} \quad (5)$$

где d - диаметр отверстия поковки;

$h_{\text{в}}$ - высота выдры, принимается равной высоте отверстия.

Масса заготовки $M_{\text{заг.}}$ определяется исходя из рассчитанного объема и плотности металла

$$M_{\text{заг.}} = V_{\text{заг.}} \cdot \gamma, \quad (6)$$

где γ - плотность стали, равная $7,8 \text{ г/см}^3$.

После определения массы заготовки приступают к расчету ее размеров.

Площадь поперечного сечения заготовки находят с учетом значения уковки (коэффициента уковки), определяющей степень деформации металла, от которой зависит размер зерна.

Уковка при *вытяжке* заготовки характеризует уменьшение её поперечного сечения

$$y_{\text{в}} = \frac{F_{\text{заг.}}}{F_{\text{max}}}, \quad (7)$$

а при *осадке* - увеличение сечения

$$y_0 = \frac{F_{\text{max}}}{F_{\text{заг.}}}, \quad (8)$$

где U - уковка, для проката принимается равной 1,3 -1,5 ;

$F_{\text{заг}}$ - рассчитываемая площадь поперечного сечения заготовки;

F_{max} - максимальная площадь поперечного сечения поковки.

При изготовлении поковки осадкой необходимо соблюдать следующее правило: высота (длина) заготовки должна быть не более 2,5 диаметра её во избежание изгиба при осадке.

На основании рассчитанной площади поперечного сечения заготовки по ГОСТ 2590 выбирают ближайший больший размер сечения проката. Стандартные диаметры и соответствующие им площади поперечного сечения круглого проката приведены в табл. 4.

Таблица 4. Поперечные сечения проката

Диаметр, мм	Площадь поперечного	Диаметр, мм	Площадь поперечного
50	19,64	120	113,10
53	22,06	125	122,72
56	24,63	130	132,73
60	28,27	140	153,94
63	31,17	150	176,72
65	33,18	160	201,06
70	38,48	170	226,98
75	44,18	180	254,47
80	50,27	190	283,53
85	56,75	200	314,16
90	63,62	210	346,36
95	70,88	220	380,13
100	78,54	240	452,39
105	86,59	250	490,88
110	95,03		

Длина заготовки определяется по формуле

$$L = \frac{V_{\text{заг}}}{F_{\text{з.т.}}}, \text{ см} \quad (9)$$

где $F_{\text{з.т.}}$ - площадь поперечного сечения проката, принятая по таблице.

3.Выбор кузнечного оборудования и инструмента

При разработке технологического процессаковки важное значение имеет правильный выбор оборудования и определение мощности молота, которая характеризуется массой падающих частей. Молоты подбираются в зависимости от размеров заготовки по табл.5.

Таблица 5. Мощность молотов

Диаметр поперечного сечения заготовки, мм	50	60	70	85	100	115	135	160	225	275	300
Масса падающих частей, кг	100	150	200	300	400	500	750	1000	2000	3000	5000

Инструмент для машинной свободнойковки делится на три группы: для обработки, для удержания и для измерения поковок. К инструменту для обработки поковок относятся бойки молота, обжимки - для отделки поверхностей, пережимки для образования

различных углублений, раскатки - для местной вытяжки, топоры - для рубки металла, прошивки (при изготовлении отверстий диаметром более 25 мм) и пробойники. Для удержания поковок применяются различные клещи. Для измерения поковок используют линейки, кронциркули и шаблоны.

4. Выбор нагревательного устройства и определение режимов нагрева и охлаждения

Для нагрева поковок наибольшее распространение получили пламенные и электрические печи камерного типа. В условиях мелкого ремонтного производства применяют еще горны открытого типа.

Обоснование режима нагрева заключается в правильном выборе максимальной температуры, времени выдержки и скорости нагрева заготовки. Максимально допустимая температура нагрева перед ковкой для углеродистых сталей должны быть ниже их температуры плавления примерно на 150°C. Эту температуру принимают несколько выше температуры началаковки T_n с учетом остывания заготовки при передаче её после нагрева к молоту.

Температура концаковки углеродистых сталей T_k устанавливается на 50 - 70° выше линии GSK диаграммы железо - цементит. Ниже этой температуры в процессековки возможеннаклеп металла и появление в нем трещин, а также преждевременный износ оборудования. Окончаниековки при температуре значительно превышающей расчетную T_k приводит к получению перегретого крупнозернистого металла. Рекомендуется заканчивать ковку при температуре выше T_k на 20 - 30°C.

По табл. 6 определить температурный интервалковки заданной стали - выписать температуры T_n и T_k .

Таблица 6. Температурные интервалыковки сталей

Марка стали	Температура, °C		
	T_n	T_k	пережога
Ст 2, Ст 3, 10, 15,	1300	700	1470
18, 20, 30, 35	1280	750	1400
40, 45, 50	1260	760	1350
55, 60	1230	760	1300
15X, 20X	1250	760	1300
30X, 30XГC	1240	800	-
40X, 50X, 40XH	1250	800	-

Продолжительность нагрева и необходимой выдержки заготовок в печи определяется по формуле

$$t = k \cdot D \cdot \sqrt{D}, \text{ час} \quad (10)$$

где t - минимальное время нагрева заготовки, час;

k - коэффициент, равный 10 для низкоуглеродистой и низколегированной и 20 - для высокоуглеродистой и легированной стали;

$D(B)$ - диаметр круглой или сторона квадратной заготовки, м

Важной операцией получения качественных поковок является их охлаждение, поэтому в технологических картах должен указываться способ охлаждения.

Поковки из мало- и среднеуглеродистых сталей охлаждают на воздухе. Поковки из высокоуглеродистых и легированных сталей размером до 100 мм охлаждают на воздухе, при размерах 100 - 200 мм в штабелях на воздухе и при размерах 200 - 300 мм - в колодцах на воздухе.

5. Техническое нормированиековки

Наличие вполне определенного температурного интервала для пластической деформации металла $T_H - T_K$ дает возможность определить времяковки. Определив время остывания в пределах температурного интервала

ковки, тем самым определяют времяковки. В зависимости от конфигурации и размеров поковка изготавливается с одного или нескольких нагревов. Умножив количество нагревов на время остывания, получают общее время, необходимое для изготовления поковки. Продолжительность остывания $t_{ост}$ определяется по формуле

$$t_{ост} = C \cdot m, \text{ мин} \quad (11)$$

где C - температурный фактор, зависящий от температуры началаковки, выбирается по табл. 7.

m - геометрический фактор, зависящий от размеров заготовки, определяется по формуле

$$m = \frac{1}{\frac{1}{L} + \frac{1}{b} + \frac{1}{h}}, \quad (12)$$

где L, b, h , - соответственно длина, ширина и толщина заготовки, мм

Таблица 7. Температурный фактор C

Начальная температураковки, °C	1000	1100	1200	1250	1300
Значение C	0,12	0,20	0,25	0,27	0,28

Оперативное времяковки $t_{оп}$ определяется по формуле

$$t_{оп} = n \cdot t_{ост}, \quad (13)$$

где n - количество нагревов для изготовления поковки.

Количество нагревов устанавливают исходя из следующих соображений: простые по форме поковки (валики, фланцы, втулки и т.д.) при длине заготовки до 1500 мм требуют один нагрев; поковки средней сложности (многоступенчатые валы, тяги с головками, шатуны и т.п.) требуют два нагрева; сложные поковки при длине свыше 1500 мм требуют три нагрева.

38

Норму времени t_H определяют по формуле

$$t_H = 1,25 t_{оп} + \frac{t_{пз}}{n_{шт}} \quad (14)$$

где $t_{пз}$ - подготовительно-заключительное время;

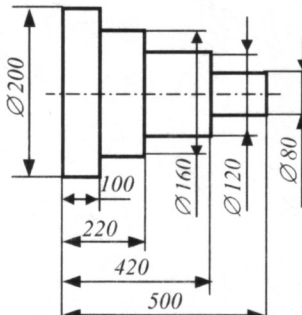
принимается равным: для простых поковок 6 мин, для поковок средней сложности - 8 мин, для сложных поковок -10 мин;

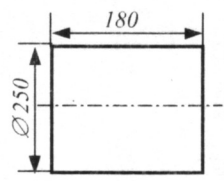
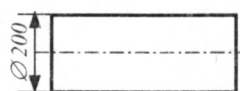
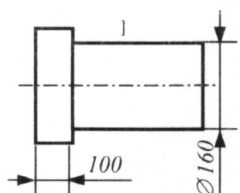
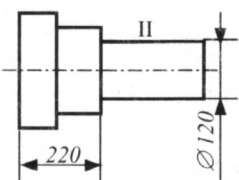
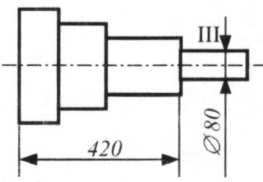
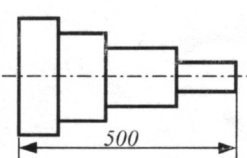
$n_{шт}$ - количество поковок в партии.

6. Назначение кузнечных переходов

При разработке технологииковки необходимо стремиться к наименьшему числу переходов и минимуму отходов металла. Кузнечные переходы, их последовательность зависят от конфигурации поковки и технических условий на её изготовление. Выбранные переходы и промежуточные размеры заготовки заносят в технологическую карту.

Пример выполнения технологической карты на изготовление поковки

	Материал			
	Наименование	Марка	Профиль	Размер сечения, мм
	Сталь	45	Круг	250
	Масса, кг		Заготовка	
	Поковки	Заготовки	Размеры, мм	Кол-во поковок из заготовки
	62,5	68,8	250×180	1

Наименование операций и переходов	Эскизы переходов	Температура, °С		Оборудование		Инструмент	Норма времени в мин.
		Tн	Tк	Наимен.	Мощн. т		
1. Нагреть заготовку		1200		Камерн. Печь		Клещи	
2. Вытянуть заготовку до Ø 200мм				Молот	1	Плоские бойки	
3. Вытянуть конец 1 от разм. 100мм до Ø 160мм			800	Молот		Обжимка, кронциркуль	
4. Нагреть заготовку		1200					
5. Вытянуть конец 2 от разм. 220 до Ø 120мм				Печь		Пл. бойки, обжимка	
6. Вытянуть конец 3 от разм. 420 до Ø 80мм				Молот		Кронциркуль, обжимка	
7. Обрубить конец 3 до общего разм. 500мм			800	Молот		Пл. бойки, топор, клещи	t _н

2.3.2.3 «Проектирование технологического процесса ручной электродуговой сварки»

Последовательность изложения материала

1. Обоснование геометрической формы свариваемых кромок, их размеров и размеров шва

1.1. Типы соединений и швов

Сварным называют полученное сваркой неразъемное соединение, состоящее из шва и примыкающих к нему участков основного металла.

В зависимости от расположения в пространстве сварных элементов конструкции различают следующие типы соединений:

стыковое - элементы расположены в одной плоскости, угловое - эл. расположены под прямым углом, нахлесточное - элементы расположены параллельно с частичным перекрытием, тавровое - один элемент торцом примыкает к боковой поверхности другого, торцовое - сваренное по торцам элементов.

Типы швов - стыковые, угловые, пробочные, прорезные в зависимости от формы поперечного сечения. По ширине: узкий (от 0,8 до $1,5 \cdot d_3$) и уширенный (от 2 до $4 d_3$).

Кроме того, выделяют сплошные и прерывистые швы; одно - и двухсторонние; прочные, плотные и прочно - плотные и т.д.

1.2. Форма и размеры кромок и шва

Для всех швов важен полный провар кромок соединяемых элементов. Поэтому перед сваркой элементов большой толщины необходимо разделять кромки. Форму разделки кромок и их сборку для сварки (рис. 1) характеризуют следующие геометрические параметры: зазор **b**, притупление **c**, угол скоса кромки **β** и угол разделки кромок **α** . Поперечное сечение стыкового шва характеризуют: ширина **e**, высота **H** и усиление (выпуклость) **q**. Для углового шва: ширина **e**; катет **K** - расстояние от поверхности элемента до границы шва на поверхности второго элемента; **H** - наибольшее расстояние от поверхности шва до точки максимального проплавления основного металла; усиление **q**. Основные из перечисленных показателей определяет ГОСТ 5264 - 80.

В таблице 1 приведены возможные способы подготовки формы кромок (разделки) свариваемых элементов в зависимости от их толщины.

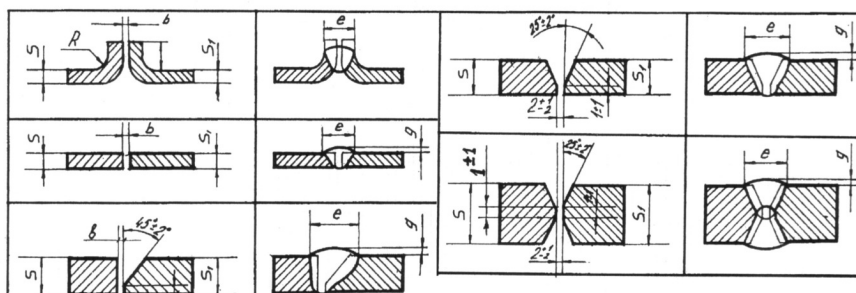


Рис. 1. Геометрические параметры кромок и швов

Для определенной толщины **S** металл иногда можно разделить несколькими способами. Например, выполнить X - образную разделку, при которой сварку с другой стороны можно вести или потолочным швом, или повернув изделие на 180° . Если то и другие невозможно, то выполняют V - образную разделку и при этом потребуется наплавить металла в 1,6 - 1,7 раза больше.

Если нужно получить плотный шов предусматривается скос кромки при $S > 3$ мм, хотя ГОСТ допускает в общем случае сварку без скоса при **S** до 12 мм.

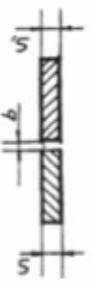
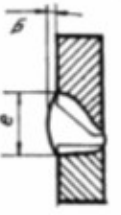
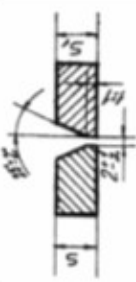
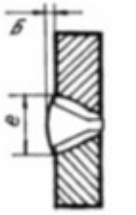
Таблица 1. Рекомендуемые способы разделки кромок (в учебных целях).

Толщина элементов, мм	Способ разделки кромок	Условное название разделки
1-3	Отбортовка	-
до 5	Без скоса	-
5-10	Скос одной кромки	-
14-30	Скос двух кромок	V - образная
20-60	Скос двух кромок с двух сторон	X - образная

Указание 1.

Для стали заданной толщины выбрать способ разделки кромок по табл. 1, а из табл. 2 выбрать соответствующие размеры параметров (П), выполнить схемы подготовленных кромок и сварного шва и обозначить «рис. 1 и рис. 2».

Таблица 2. Форма и размеры кромок и швов

Условное обозначение соединения	Схема подготовленных кромок	Схема сварного шва	Размеры (П), мм			Формула для расчета площади $F_{\text{зак}}$
			П	от	до	
1	2	3	4	5	6	7
C1			S	1	4	$b \cdot i + 0,75e \cdot q$
			b	0 ^{+0,5}	0 ⁺¹	
			e		2S+3	
			R	S	2S	
C2			i	S	3S	$S \cdot b + 0,75e \cdot q$
			S	1	4	
			b	0 ^{+0,5}	2 ⁺¹ -0,5	
			e	6	8	
C8			q	1±0,5	2±1	$S \cdot b + 0,5(S-c)^2 \times \times \text{tg} \alpha + 0,75e \cdot q$
			S	5	11	
			e	12±2	16±2	
			q	0,5 _{0,5}	0,5 ^{+1,5}	
C17			S	14	32	$S \cdot b + (S-c)^2 \times \times \text{tg} \alpha + 0,75e \cdot q$
			e	22±3	38±3	
			q	0,5 _{0,5}	0,5 ⁺²	

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
C25			S	20	60	$S \cdot b + 0,5(S-c)^2 \times \times \operatorname{tg} \alpha + 1,5e \cdot q$
У1			e	18±3	36±3	
У4			q	0,5 _{-0,5}	0,5 ⁺²	
У6			S	1	4	
У9			b	0+0,5	0+1	
			e		2S+3	
			R	S	2S	
			i	S	3S	
			S	3	10	$b \cdot i + 0,75e \cdot q$
			n	0,5S	S	
			b	0	2	$0,5K^2 + 1,05K \cdot q$
			S	8	14	
			e	16±2	20±2	$S \cdot b + 0,5(S-c)^2 \times \times \operatorname{tg} \alpha + 0,75e \cdot q$
			q	0,5 _{-0,5}	0,5 ^{+1,5}	
			S	14	40	
			e	22±3	47±3	$S \cdot b + (S-c)^2 \times \times \operatorname{tg} \alpha + 0,75e \cdot q$
			q	0,5 _{-0,5}	0,5 ⁺²	

В целях снижения металлоемкости и усадки шва, а также повышения производительности необходимо стремиться получить меньшую площадь поперечного сечения наплавляемого металла $F_{н.м.}$. Следует учитывать и трудоемкость разделки кромок.

2. Обоснование режима сварки и выбор оборудования

2.1. Выбор диаметра, типа и марки электродов

О выборе диаметра электрода см. работу 7.

Расчетный диаметр можно определить по формуле

$$d_3 = 0,5 \cdot S + 1$$

Затем выбрать стандартное значение из табл. 3. При этом учесть, что $d_3 \leq 8$ мм.

Таблица 3 Номинальные размеры электродов, мм

Диаметр (стержня)	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
Длина	200- 250	250	250- 300	300- 350	350- 450	450				

Тип электрода выбирают по табл.6 из условия прочности

$$\sigma_{в.мш} \geq \sigma_{в},$$

где $\sigma_{в.мш}$ - сопротивление разрыву металла шва;

$\sigma_{в}$ - то же свариваемого металла (см. табл.4).

Таблица 4. Прочность углеродистых сталей

Марка стали	Предел прочности $\sigma_{в}$, МПа	Марка стали	$\sigma_{в}$, МПа
Ст 2сп	340-440	15	380
Ст 3пс	380-490	20	420
Ст 3сп	380-490	25	450
Ст 4кп	410-520	30	490
Ст 4 сп	420 - 540	35	530
Ст 5 пс		40	570
Ст 5сп	500 - 640	45	600
Ст 6 сп	от 600	50	630
08	330	60	680
10	340	70	730

При сварке ответственных конструкций из спокойных сталей с повышенной пластичностью и ударной вязкостью металла шва принимать тип электрода Э42 А - Э 50 А, а если сталь кипящая -Э 42 или Э 50.

Марку электрода выбирают с учетом химического состава основного металла, рода и полярности сварочного тока, положения шва в пространстве, конструктивных особенностей изделия и других факторов.

Согласовать род тока и марку электрода, принимая во внимание данные табл.5.

По табл. 6 выбрать марку электрода, соответствующую его типу, выписать вид и полярность тока и значение коэффициента наплавки.

2.2. Расчет силы сварочного тока и напряжения

Силу тока можно найти по формулам:

$$J = (40 - 50) d_э \quad \text{при } d_э = 4 - 6 \text{ мм};$$

$$J = (20 + 6d_э) \cdot d_э \quad \text{при } d_э < 4 \text{ и } d_э > 6 \text{ мм},$$

где J - сварочный ток, А

$d_э$ - диаметр электрода, мм.

Таблица 5. Особенности применения постоянного и переменного тока при РДС

Показатель	Полярность пост. тока		Переменный ток
	прямая	обратная	
Относительная скорость плавления электрода, %	100	110-140	100-120
Магнитное дутье	сильное	сильное	отсутствует
Покрывание электродов: руднокислое, рутиловое, органич.	Применяется	При $S \leq 4$ мм, сварке сверху вниз и др.	применяется
Фтористокальциевое	Не применяется	Сварка электродами УОНИ 13/45; УП - 2/45	Сварка электродами СМ-11 УП - 2/45

Таблица 6. Характеристика электродов для РДС сталей

Тип электрода	Предел прочности σ_B м.ш., МПа	Марка электрода	Род тока и полярность	Коэффициент наплавки K_n , г/(А · ч)	Область применения
1	2	3	4	5	6
Э42	420	ОМА-2 ВСП-2 ВСЦ-4	Постоянный и переменн. Постоянный Обратная полярность	10 10.5 10	Сварка углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с σ_B до 500 МПа
Э46	460	АНО-5 АНО-6 МР-3 ОЗС-4 ОЗС - 3 РБУ-5	Постоянный и переменн. То же То же То же То же То же	11 10 7,8 10.5 15 9	
Э50	500	ВСЦ-3 ВСН-3	Постоянный Обратная полярность	10-13 9	
Э 42 А	420	УОНИ-13/45 СМ-11 ОЗС-2 УП-2/45	Пост. обратн. полярность То же То же и перемены. То же	8,5 9.5 8.5 10.0	
Э46 А	460	УОНИ-13/55К ВН-48 ОЗС-22Р	Пост. обратн. полярность То же Пост. и переменный	9.5 11 10	
Э50 А	500	УОНИ-13/55 АНО-11 ЦУ-5 ОЗС-25 ДСК-50	Пост.обратн полярность То же То же То же Перемен. и пост. обр.	9 9.5 9.5 9.5 10	ми по пластичности и ударной вязкости

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6
Э 55	550	УОНИ 13/55У	– Обратная полярность и переменный	9,5	Сварка углеродистых и
Э 60	600	УОНИ 13/65	– Обратная полярность	10	низколегир. сталей с
		ОЗС-24	То же	9,5	пределом
				10	
Э 70	700	ВФС – 75У	Обр. полярность	9	Сварка легир. и
		ЛКЗ - 70	То же	9,5	конструкци-
Э 85	850	УОНИ 13/85	– Обр.полярн.	10	онных сталей
		ВФС-85	То же	9,5	повышенной и
			Пост. и	10	высокой
Э 100	1000	НИАТ – 3М	Пост. обр. по-	9,5	прочности с
		ЦЛ-19	лярность	10	пределом

Длина дуги при РДС зависит от марки электрода и устанавливается сварщиком в пределах 3-5 мм. Ориентировочно

$$L_d = 0,5(d_e + 2), \text{ мм}$$

Напряжение дуги

$$U_d = a + b \cdot L_d$$

где а - падение напряжения в приэлектродных областях:

у катода до 25, у анода до 5 В;

в - падение напряжения в дуге, в=(1-5) В/мм.

Можно принять а = 20 В, в = 3 В/мм.

2.3. Выбор источника сварочного тока

Для ручной дуговой сварки используют стационарные или передвижные источники, сравнительная характеристика которых дана в работе 6. Ориентируясь на эти данные и учитывая уже полученные (род и сила тока) выбрать по табл. 6 источник и записать его марку.

В комплект сварочного оборудования кроме источника тока входят соединительные провода, инструмент и приспособления.

Таблица 7. Технические характеристики источников тока

Источник тока		Напряжение, В			Сварочный ток, А		Номинальная потребл. мощность кВ · А	Масса, кг
Марка	Вид	сети	номи- нальное	холостого хода	номи- нальный	пределы регулиру- вания		
ТД-102	Транс форма- тор	220	26	80	160	60-175	11,4	37
ТД-304	То же		35	61-79	300	160-350	19,4	157
ТД-500	-«-		30	60-76	500	100-560	32	210
ВД-201	Вы- прями- тель		28	64-71	200	30-200	15	120
ВД-306	То же	380	32	61-70	315	45-315	24	174

ВД-502	-«-		40	80	500	50-500	42	355
ПД-305	Пре- обра- зова-тель		32	90	315	40-350	17,4	280
ПСО-500	То же		40	86	500	125-600	28	540
АСБ-300	Агрегат	—	32	52-80	300	100-315	29,4 кВт*	632

где * - привод от ГАЗ-320

3. Техническое нормирование

Технически обоснованные нормы времени позволяют сварщику рационально использовать время смены, полностью загружать оборудование.

В норму времени на выполнение сварочных работ входят: основное время сварки - время горения дуги (плавления электрода); подготовительно - заключительное время - на получение задания, настройку аппаратуры, сдачу работ; вспомогательное время - на установку изделия, поворот его при сварке, зачистку швов; время на обслуживание рабочего места, на отдых и личные надобности.

Для расчета затрат и нормы времени предварительно нужно определить длину шва и массу наплавленного металла.

$$\text{Длина шва} \quad L = \frac{P}{H \cdot R}, \text{ м}$$

где P - заданная нагрузка, кН;

H - расчетная высота шва, мм (см. рис.2);

R - допускаемое напряжение, МПа.

Значение R определяется исходя из $\sigma_{\text{ВМШ}}$ и коэффициента запаса $K_3 = 3 - 4$.

$$R = \frac{\sigma_{\text{ВМШ}}}{K_3}, \text{ МПа}$$

Для угловых швов определяют допускаемое напряжение на срез $R_c = 0,8 \cdot R$

Масса наплавленного металла в граммах

$$M_{\text{н.м.}} = F_{\text{н.м.}} \cdot L \cdot \gamma,$$

где $F_{\text{н.м.}}$ - площадь сечения шва, заполненная электродным металлом, мм²;

L - длина шва, м;

γ - плотность металла. Для стали $\gamma = 7,85 \text{ г/см}^3$

Площадь $F_{\text{н.м.}}$ меньше поперечного сечения шва F, частично заполненного расплавленным основным металлом. Значение $F_{\text{н.м.}}$ можно найти как сумму площадей элементарных геометрических фигур, вписанных в нее или по соответствующей формуле (см. рис. 2 и табл. 2).

С учетом потерь металла на огарки и разбрызгивание, а также массы покрытия определяют массу потребных электродов

$$M_э = K_p \cdot M_{\text{н.м.}},$$

где K_p - коэффициент расхода массы электродов, примем

$K_p = 1,4 - 1,6$.

$$\text{Основное время} \quad t_o = \frac{M_{\text{н.м.}}}{I \cdot K_{\text{н.}}}, \text{ ч}$$

Здесь $M_{н.м.}$, в г; I в А; K_n в г/(А · ч).

Оперативное время

$$t_{оп} = t_o + t_b,$$

где t_b - вспомогательное время. Примем $t_b = (0,5-0,8) \cdot t_o$

Норма штучного времени

$$t_{шт} = t_{он} \left(1 + \frac{a + b}{100}\right),$$

где a - доля времени на обслуживание рабочего места;

b - то же на личные надобности и отдых.

Примем $a = 4$, $b = 8$.

Скорость сварки (перемещения дуги)

$$V = \frac{L \cdot n}{t_o}, \text{ м/ч.}$$

Здесь n - число проходов (валиков шва)

$$n = \frac{F_{н.м.} - f_1}{f_i} + 1,$$

где f_1 - площадь поперечного сечения шва после первого прохода;

f_i - то же для последующих проходов.

Примем: $f_1 = 7d_s$; $f_i = 10d_s$, мм².

4. Составление технологической карты

Заполнить карту по приведенной форме, т.е. только для основной операции; подготовительные, вспомогательные, заключительные работы не раскрывать.

Таблица 8. Технологическая карта сварки

Схема сварного шва		Операционная карта ручной дуговой сварки												
		Материал			Сталь			Марка						
Операция	Оборудование и приспособления	Шов			Ток			Электроды				Число проходов, п	Скорость сварки, м/ч	Основное время, ч
		Длина, мм	Катет, мм	Положение	Полярность	Сила, А	Напряжение, В	Тип	Марка	Диаметр, мм	Расход, г			
1. Сварка элементов конструкции														

2.3.3 Назначение режимов резания при точении материалов.

Цель работы. Изучение методики и овладение навыками расчета технологического процесса проектирования обработки конструкционных материалов резанием

Последовательность изложения материала

1. Общие сведения

Назначение режимов резания является важным элементом при разработке технологических процессов изготовления или ремонта деталей на металлорежущих станках. Причем, самой распространенной является обработка токарных станках.

Специалисты – инженеры-механики по ремонту и эксплуатации сельскохозяйственной техники должны уметь назначать режимы резания при обработке деталей на основных типах металлорежущих станков.

Студенты механических специальностей сталкиваются с вопросами назначения режимов резания при выполнении домашних заданий по курсам кафедры технологии машиностроения, выполнении курсового проекта по «Технологии машиностроения» и дипломных проектов.

1.1. Классификация токарных резцов

Токарные резцы классифицируют по ряду отличительных признаков: виду обработки, инструментальному материалу, характеру обработки и др. (табл. 1П)^х. Большинство резцов изготовляют составными – режущая часть из инструментального материала, крепежная часть из обычных конструкционных сталей (У7, сталь 45 и др.);

1.2. Основные виды точения

К основным видам точения относятся: продольное наружное точение, поперечное наружное точение (подрезка торца), отрезание, прорезание, внутреннее продольное точение (расточка). На рис. 1 приведена схема продольного наружного точения, на которой обозначены поверхности заготовки при резании и указаны главное движение резания, движение подачи и элементы режима резания. На рис. 2–3 приведены некоторые схемы точения.

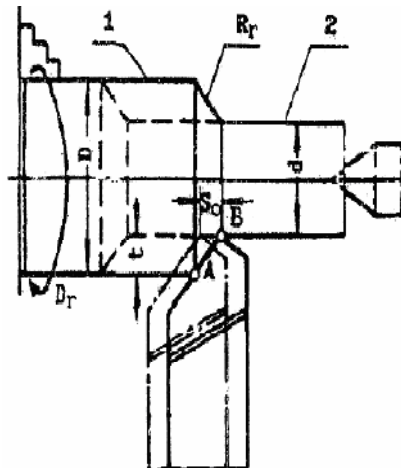


Рис. 1. Схема наружного точения (обтачивания);

1 – обрабатываемая поверхность; 2 – обработанная поверхность; R_r – поверхность резания; D – диаметр обрабатываемой поверхности; d – диаметр обработанной поверхности; D_r – главное движение резания; D_s – движение подачи; t – глубина резания; S_v – подача на оборот; А, Б – точки обрабатываемой и обработанной поверхностей, находящиеся на поверхности резания.

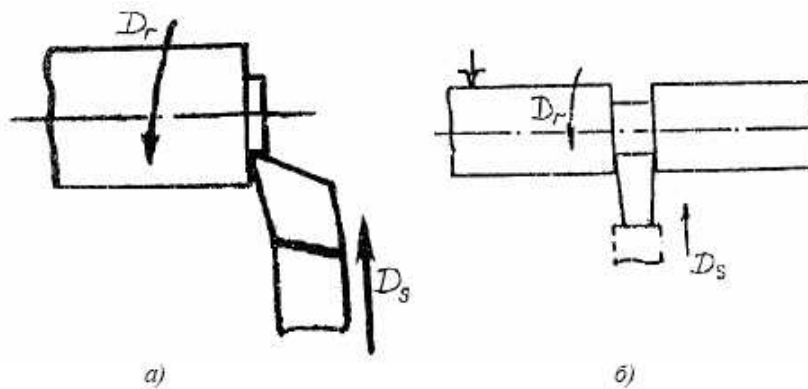


Рис. 2. Схемы поперечного точения (а), отрезания (прорезания) заготовки (б)

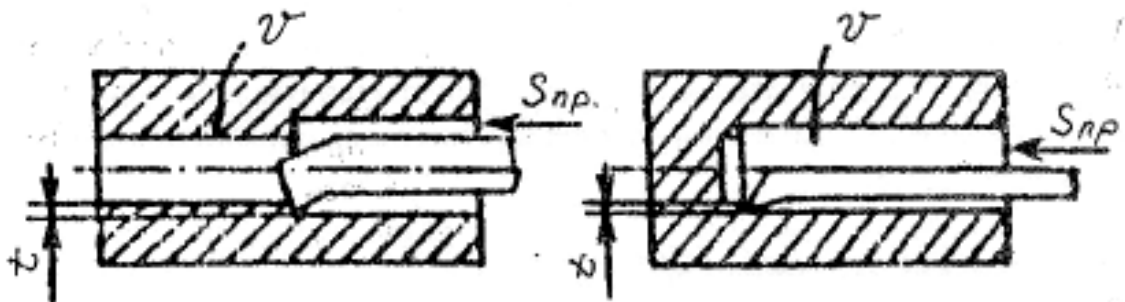


Рис. 3. Растачивание отверстий: а - сквозных; б - глухих

Для различных видов точения применяются резцы определенных типов. Для продольного наружного точения — проходные прямые и проходные упорные; для поперечного — подрезные, фасонные; для отрезания заготовки и прорезания канавок — отрезные и канавочные; для внутреннего продольного точения — расточные.

1.3. Влияние углов резца на процесс резания

Углы резца рассматриваются в главной P_v и вспомогательной P_{tl} секущих плоскостях и в плане (рис. 4). Углы режущей части резца влияют на процесс резания. Задние углы α и α_l уменьшают трение между задними поверхностями инструмента и поверхностью обрабатываемой заготовки, что ведет к снижению силы резания и уменьшению износа резца; однако чрезмерное увеличение заднего угла приводит к ослаблению режущей кромки резца. Рекомендуется при обработке стальных и чугунных деталей задние углы выполнять в пределах $6-12^\circ$.

С увеличением переднего угла γ уменьшается работа, затрачиваемая на процесс резания, и уменьшается шероховатость обрабатываемой поверхности.

При обработке мягких сталей $\gamma = 8-20^\circ$, а при обработке весьма твердых сталей делают даже отрицательный угол $\gamma = -5... -10^\circ$.

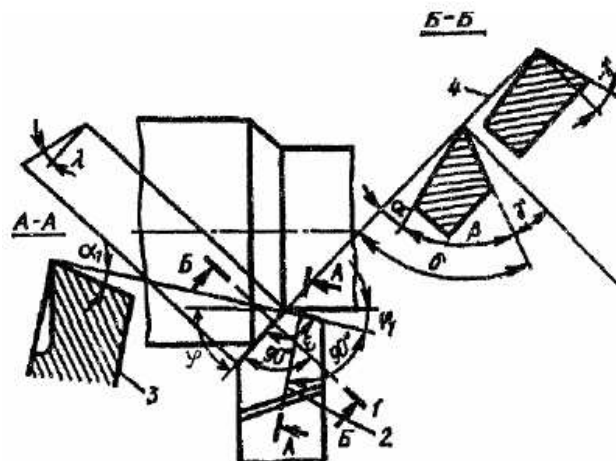


Рис. 4. Углы токарного резца в статическом состоянии:

1 – след главной секущей плоскости P_{ϕ} ; 2 – след вспомогательной секущей плоскости P_{ϕ_1} ; 3 – след основной плоскости P_{γ} ; 4 – след плоскости резания P_n .

Главный угол в плане ϕ определяет соотношение между радиальной и осевой силами резания. При обработке деталей малой жесткости ϕ берут близким или равным 90° , так как в этом случае радиальная сила, вызывающая изгиб детали, минимальна. В зависимости от условий работы принимают $\phi =$

10– 90° . Наиболее распространенной величиной угла резца в плане при обработке на универсальных станках является $\phi = 0-45^\circ$. Вспомогательный угол в плане $\phi = 0-45^\circ$, наиболее распространен $\phi_1 = 12-15^\circ$.

Угол наклона главной режущей кромки λ определяет направление схода стружки. При положительном угле λ стружка имеет направление на обработанную поверхность, при отрицательном λ – на обрабатываемую поверхность. Чаще всего угол λ равен 0° . Не рекомендуется при чистовой

обработке принимать положительный угол λ .

1.4. Дробление стружки

В процессе обработки сливная стружка часто мешает проводить высокопроизводительно процесс, точения, так как она запутывается вокруг детали и инструмента и вынуждает часто прекращать обработку с целью ее удаления.

Для обеспечения скоростного точения вязких сталей применяют ряд способов дробления стружки в процессе обработки:

- подбор геометрии инструмента и режимов резания;
- изготовление на передней поверхности резцов стружколомных лунок (рис. 5) и уступов (порожков);
- установка на передней поверхности накладных стружколомов (рис. 6).

Дробление стружки можно обеспечить путем придания главной режущей кромке положительного угла $+\lambda$, заточки отрицательного переднего угла $\gamma = 10-15^\circ$ и соответствующего сочетания глубины резания t и подачи S в пределах $t/S = 5-8$.

В табл. 1 приведены рекомендуемые углы заточки в зависимости от соотношения t и S .

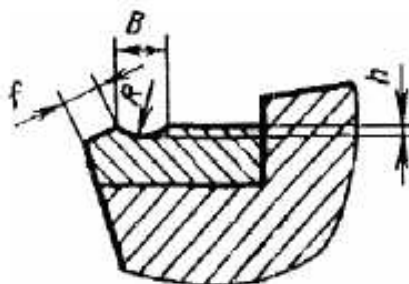


Рис. 5. Резец со стружколомной лункой

Т а б л и ц а 1 Углы заточки и фаска в зависимости от глубины резания t и прдачи S для резцов, оснащенных твердым сплавом

Тип резца	φ	γ	γ	λ	F
	град.				мм
Проходной	45	0	-5	0	4*
Проходной	60	10	-2	+18	2,5
Подрезной	90	-3	-	0	4
Подрезной	90	+15	-	+15	1,5

* При $f \geq 4$ и $S \geq 0,3$ мм

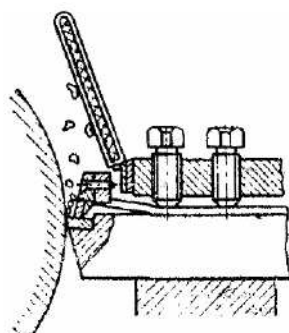


Рис. 6. Резец с накладным стружколомом и стружкоотражательным экраном

1.5. Оптимальный износ резцов

В процессе резания происходит интенсивное трение поверхностей режущей части инструмента об обработанную поверхность, поверхность резания и трение стружки о переднюю поверхность. Процесс трения сопровождается значительным выделением тепла за счет трения и пластической деформации срезаемого слоя металла.

Эти явления, сопутствующие процессу резания, приводят к износу инструмента по передней и задним поверхностям. Инструмент может нормально работать до какого-то предельно допустимого износа, величина которого определяет стойкость инструмента, измеряемую в минутах, которая характеризует собой время его непрерывной работы до переточки.

Характер износа представлен на рис. 7, 8. Величины допускаемого износа резцов h_3 , приведены в табл. 2.

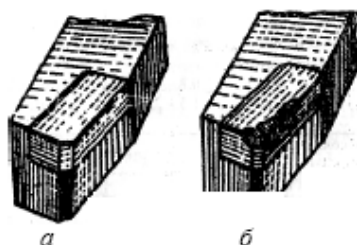


Рис. 8. Новый (а) и изношенный (б) резцы

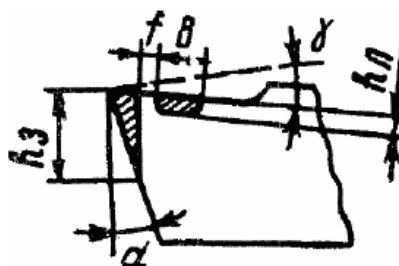


Рис. 8, Параметры износа резца: h_z – по задней поверхности;
 h_n , B – по передней поверхности

Т а б л и ц а 2 Рекомендуемые величины допускаемого износа токарных проходных резцов

Резцы	Обрабатываемый материал			
	Сталь, стальное литье		Серый чугун	
	Условия обработки	Допускаемый износ, мм	Условия обработки	Допускаемый износ, мм
Резцы из быстрорежущей стали				
Проходные	С охлаждением	1,5 – 2,0	Черное точение	3,0-4,0
Подрезные и расточные	Без охлаждения	0,3-0,5	Получистовое точение	1,5-2,0
Подрезные и отрезные	С охлаждением	0,8-3,0	—	—
Подрезные и отрезные	Без охлаждения	0,3-0,5	На токарных станках	1,5-2,0
Резцы с пластинами из твердых сплавов				
Проходные, подрезные и расточные с пластинами T15K6, T5K10, T14K8, T15K6T	Без охлаждения при подаче 0,3 мм/об 0,3 мм/об	0,8-1,0 1,5-2,0	0,3 мм/об 0,3 мм/об	1,4-1,7 0,8-1,0
То же пластиной T30K4	Без охлаждения	0,5 - 0,8	—	—
То же пластиной BK6 и BK8	То же при подаче 0,3 мм/об 0,3 мм/об	0,8-1,0 0,3	0,3 мм/об 0,3 мм/об	1,4-1,7 0,8-1,0

2.Методика назначения рационального режима резания

Рациональным (наивыгоднейшим) режимом резания будет такой, при котором деталь требуемого качества изготавливают при минимальных затратах средств (с учетом затрат на инструмент). Этот режим соответствует экономическому периоду стойкости инструмента.

При назначении рационального режима резания необходимо учесть следующее; марку обрабатываемого материала, его физико-механические свойства, состояние его поверхности, вид точения, характер обработки (черновая или чистовая), условия обработки (непрерывное или прерывистое) и др. Предварительно выбирается тип токарного резца (по табл. 1 приложений).

Порядок назначения режима резания следующий.

2.1. Выбор материала, геометрических параметров режущей части и размеров токарных резцов

2.1.1. Выбор материала режущей части резца

На выбор материала режущей части токарных резцов оказывают влияние условия и вид обработки (прерывистое или непрерывное резание, наличие литейной корки, чистовое, черновое и др.), а также обрабатываемый материал.

Режущая часть токарных резцов изготавливается из металлокерамических, минералокерамических, безвольфрамовых твердых сплавов режущей стали и сверхтвердых материалов. Твердые сплавы в виде пластин соединяют с крепежной частью с помощью пайки или специальных высокотемпературных клеев, многогранные твердосплавные пластины закрепляют прихватами, винтами и т.п.

Рекомендуемые материалы для режущей части токарных резцов приведены в приложении 2.

2.1.2. Определение геометрических параметров режущей части и размеров резца

Размеры резцов определяют в зависимости от, их отличительных признаков (см. приложение 1). Размеры поперечного сечения державки резца берут в зависимости от высоты центров станка, на котором выполняется работа.

При высоте центров 150–160 мм рекомендуется сечение державки $B \times H = 12 \times 20$ мм) (где B – ширина, H – высота), при высоте центров 180–200 мм – от 12×20 до 16×25 мм, при высоте центров 250–300 мм – от 16×25 до 20×32 мм.

Для токарных станков моделей 1А62, 1А62Б, 1А62Г, 1В62Г, 1К62, 16К20 высота центров составляет 200 мм, для модели 1А616 – 160 мм.

Размеры токарных проходных отогнутых резцов с пластинками из твердого сплава приведены на рис. 9 и в табл. 3П. Примеры условного обозначения правого резца сечением $H \times B = 25 \times 16$ мм, с углом врезки пластинки в стержень 0° , с пластинкой из твердого сплава марки Т15К6 или Т5К10:

Резец 2102-0055 Т15К6ГОСТ 18877-73,

Резец 2102-0055 Т5К10 ГОСТ 18877-73.

В условиях серийного и массового производства применяются резцы с механическим креплением многогранных твердосплавных пластин и минерало-керамики. Применение многогранных твердосплавных неперетачиваемых пластин на резцах обеспечивает;

- сокращение вспомогательного времени на смену и переточку резцов;
- повышение стойкости на 20-25 % по сравнению с напаянными резцами;
- сокращение затрат на инструмент в 2-3 раза и потерь вольфрама и

кобальта в 4-4,5 раза;

– упрощение инструментального хозяйства;

– уменьшение расхода абразивов на заточку.

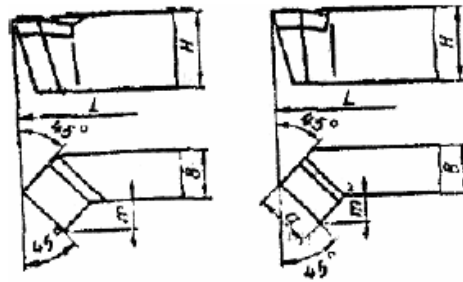


Рис. 9. Основные параметры проходного отогнутого резца

Многогранные пластины различных форм имеют плоскую переднюю поверхность с выкружкой или вышлифованные лунки и могут быть со сверстием или без него.

Сверхтвердые инструментальные материалы предназначены для чистовой обработки материалов с высокими скоростями резания (св. 500 м/мин), а также материалов с большой твердостью ($HRC > 60$). Наиболее распространенными сверхтвердыми материалами являются материалы на основе кубического нитрида бора.

Изготавливают резцы, оснащенные режущими пластинами из композита, причем режущие элементы могут быть как перетачиваемыми, так и в виде многогранных неперетачиваемых пластин.

В зависимости от материала режущей части резца и условий обработки выбирается форма передней поверхности резца (приложение 4).

Углы режущей части резцов в зависимости от условий обработки обрабатываемого материала, материала режущей части и формы передней поверхности определяются по приложениям 5 - 7.

2.2. Назначение глубины резания

Глубину резания t следует брать, равной припуску на обработку на данной операции. В табл. 6 указаны рекомендуемые значения припуска для обработки, наружных цилиндрических поверхностей. Если припуск нельзя снять за один рабочий ход, то число проходов должно быть возможно меньшим (два рабочих хода: черновой и чистовой):

$$t = \frac{D - d}{2},$$

где D – диаметр заготовки, мм (диаметр заготовки следует брать с учетом плюсового допуска на ее изготовление);

d – диаметр после обработки, мм.

Например, припуск на черновое точение (на диаметр) равен $4,4^{+1,3}_{-0,6}$ мм.

Следовательно, максимальная глубина резания при черновом точении равна:

$$t_{max} = 4,4 + 1,3/2 = 2,85 \approx 2,9 \text{ мм},$$

минимальная глубина резания

$$t_{min} = 4,4 - 0,6/2 = 1,9 \text{ мм}.$$

В техническую карту механической обработки детали следует записать при черновом точении глубину резания $t = 2,9/1,9$ мм. Расчет мощности резания при черновом точении следует вести по максимальной глубине резания $t = 2,9$ мм.

При чистовой обработке глубина резания зависит от требуемых точности и шероховатости обработанной поверхности. При параметре шероховатости поверхности до

$R_z = 20$ мкм включительно глубина резания рекомендуется 0,5–2 мм, при $R_z \leq 0,8$ мкм – 0,1–0,4 мм.

В свою очередь, величина припуска зависит от ряда факторов, а именно от размера изготавливаемой детали, метода получения заготовки, масштабов производства (числа изготавливаемых деталей) и т.п.

Заготовками могут являться прокат (круглый, квадратный и др.), поковки, штамповки, отливки. Припуск на сторону для штамповок колеблется в пределах 1,5–7. мм, для поволоков – 2,5–20 мм, для отливок 3–30 мм.

2.3. Назначение величины подачи

При черновой обработке выбирают максимально возможную подачу, исходя из прочности и жесткости системы станок – приспособление – инструмент – деталь, мощности привода станка и других ограничивающих факторов.

При чистовой обработке подачу выбирают в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обработанной поверхности. Значения подач приведены в приложениях 9, 10.

После выбора подачи по справочным таблицам S_m ее уточняют по паспорту станка и выбирают фактическую S_ϕ – ближайшую (меньшую).

2.4. Определение скорости резания

Скорость резания, допускаемую режущими свойствами инструмента, рассчитывают по следующим формулам:

а) при наружном продольном и поперечном точении и растачивании

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v,$$

б) при отрезании, прорезании и фасонном точении:

$$v = \frac{C_v}{T^m S^y} K_v,$$

где v – скорость резания, м/мин; C_v – коэффициент, зависящий от механических свойств и структуры обрабатываемого материала, материала режущей части резца, а также от условий обработки; T – стойкость инструмента, мин (среднее значение стойкости проходных резцов при одноинструментной обработке – 30–60 мин; для резбовых, фасонных резцов – 120 мин); t – глубина резания, мм; S – подача, мм/об; m , x , y – показатели степеней; K_v – общий поправочный коэффициент.

Значения постоянной C_v для данных табличных условий резания и показатели степени x , y , m приведены в приложении 11.

Общий поправочный коэффициент K_v представляет собой произведение отдельных коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора на скорость резания:

$$K_v = K_{\mu v} K_{nv} K_{uv} K_{\phi v} K_{\phi lv} K_{rv} K_{qv} K_{ov},$$

где $K_{\mu v}$ – поправочный коэффициент, учитывающий физико-механические свойства обрабатываемого материала (приложение 12, 13); K_{nv} – состояние поверхности заготовки (приложение 14); K_{uv} – материал режущей части (приложение 15);

$K_{uv} K_{\phi v} K_{\phi lv} K_{rv} K_{qv}$ – параметры резца – главный угол в плане, вспомогательный угол в плане, радиус при вершине, размер поперечного сечения

державки (приложение 16), причем, $K_{\phi lv} K_{rv} K_{qv}$ – определяют только для резцов из быстрорежущей стали; K_{ov} – вид обработки (приложение 17).

Зная допустимую (расчетную) скорость резания v , определяют расчетную частоту вращения:

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

(где n – частота вращения детали, мин⁻¹; D – диаметр детали, мм) и берут ближайшую фактическую частоту вращения по паспорту станка при условии $n_{\phi} \leq n$.

По выбранной частоте вращения шпинделя станка подсчитывают фактическую скорость резания:

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

3.5. Проверка выбранного режима резания

Выбранный режим резания необходимо проверить по мощности привода шпинделя станка, по прочности механизма подачи, по прочности державки резца и по прочности пластинки твердого сплава.

3.5.1. Проверка по мощности привода шпинделя станка

Мощность, затрачиваемая на резание N_p , кВт, должна быть меньше или равна допустимой мощности на шпинделе $N_{\text{шп}}$, определяемой по мощности привода:

$$N_p \leq N_{\text{шп}} = N_{\text{э}} \eta,$$

где $N_{\text{э}}$ – мощность электродвигателя токарного станка, кВт (см. паспортные данные станков в приложениях); η – КПД станка (в паспорте станка).

Мощность по наиболее слабому звену при малой частоте вращения шпинделя меньше мощности по приводу (номинальной), т.е. слабое звено не дает возможности при малой частоте вращения шпинделя использовать всю мощность электродвигателя. Поэтому для малых значений частот вращения (n) шпинделя мощность на шпинделе надо взять из паспорта станка как мощность по наиболее слабому звену. Например, для станка 1А62 при минимальной частоте вращения $n = 11,5$ мин⁻¹ допустимая мощность на шпинделе, допускаемая слабым звеном (зубчатое колесо), составляет 1,42 кВт, в то время как номинальная мощность (по приводу) составляет 5,9 кВт. С увеличением частоты вращения мощность на шпинделе по наиболее слабому звену увеличивается и, начиная с 58 мин⁻¹, достигает номинальной – 5,9 кВт.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z v}{1000},$$

Где; P_z – сила резания, Н; v – фактическая скорость резания, м/с.

Силу резания, при точении рассчитывают по следующей эмпирической формуле:

$$P_z = 9,81 C_p t^x S^y v^n K_p$$

Значения коэффициента C_p и показателей степеней x, y, z приведены в приложение 18, а величины поправочных коэффициентов на обрабатываемый материал в приложении 19, на геометрические параметры режущей части резцов в приложение 20.

Если условие $N_p \leq N_{\text{шп}}$ не выдерживается, то необходимо в первую очередь уменьшить скорость резания.

3. Расчет времени выполнения операций

Штучное время $T_{\text{шт}}$ – время, затрачиваемое на выполнение операции, мин, равно: $T_{\text{шт}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{отд}}$ – где T_o – основное время, это часть штучного времени, затрачиваемая на изменение и последующее определение состояние предмета труда, т.е. время непосредственного воздействия инструмента на заготовку; $T_{\text{всп}}$ – вспомогательное время, это часть штучного времени, затрачиваемая на выполнение приёмов, необходимых

для обеспечения непосредственного воздействия на заготовку; к этому времени относится время, затрачиваемое на установку, закрепление, снятие заготовки, время на управление станком при подготовке рабочего хода, выполнение измерений в процессе обработки; $T_{обс}$ – время обслуживания рабочего места, это часть штучного времени, затрачиваемая исполнителем на поддержание средств технологического оснащения в работоспособном состоянии и уход за ними и рабочим местом. Время обслуживания рабочего места складывается из времени организационного обслуживания (осмотр и опробование станка, раскладка и уборка инструмента, смазка и очистка станка) и времени технического обслуживания (регулирование и подналадка станка, смена и подналадка режущего инструмента, и т.п.); $T_{омд}$ – время на личные потребности, это часть штучного времени, затрачиваемая человеком на личные потребности и, при утомительных работах, на дополнительный отдых.

3.1. Определение основного времени

Основное технологическое время T_o , определяется по формуле:

$$T_o = \frac{Li}{nS}$$

где L – общая длина рабочего хода резца (суппорта) в траектории движения подачи, мм, i – число рабочих ходов. Длина рабочего хода

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3,$$

где l – длина обрабатываемой поверхности детали, мм; l_1 – величина пути врезания, мм, $l_1 = t \operatorname{ctg} \varphi + (0,5 - 2)$; l_2 – величина, перебега резца, $l_2 = 1-3$ мм;

l_3 – величина пути для снятия пробных стружек или для замеров детали,

$l_3 = 5-8$ мм. При работе на настроенных станках $l_3 = 0$.

3.2. Вспомогательное время

К этому времени относится, затрачиваемое на установку, выверку и снятие заготовки (приложение 22), на рабочий ход (приложение 23), на выполнение измерений в процессе обработки (приложение 24).

3.3. Определение оперативного времени

Сумму основного и вспомогательного времени называют оперативным временем:

$$T_{он} = T_o + T_{всп}$$

Оперативное время является основной составляющей штучного времени.

3.3. Время на обслуживание рабочего места и время на личные надобности

Время на обслуживание рабочего места, и время на личные надобности часто берут в процентах от оперативного времени:

$$T_{обс} = (3-8 \%) T_{он}; T_{омд} = (4-9 \%) T_{он}; T_{обс} + T_{омд} \approx 10 \% T_{он}$$

3.4. Штучно-калькуляционное время

Штучно-калькуляционное $T_{шт}$ определяет норму времени – время выполнения определённого объёма работ в конкретных производственных условиях одним или несколькими рабочими. В состав штучно-калькуляционного времени входит, помимо штучного времени, ещё и время на подготовку рабочих и средств производства к выполнению технологической операции и приведение их в первоначальное состояние после её окончания – подготовительно-заключительное время $T_{пз}$. Это время необходимо для получения задания, приспособлений, оснастки, инструмента, установки их, для наладки станка на выполнение операции, снятие всех средств, оснащения и сдачи их (табл. 25П). В штучно-калькуляционное время подготовительно-заключительное время

входит как доля его, приходящаяся на одну заготовку. Чем большее число заготовок n обрабатывается с одной наладки станка (содного установа в одной операции), тем меньшая часть подготовительно-заключительного времени входит в состав штучно-калькуляционного:

$$T_{шт} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}.$$

В массовом производстве $T_{пз}$ принимается равным нулю, так как практически вся работа выполняется при одной наладке станка.

Пример расчета режима резания

Исходные данные:

1. Заготовка – штамповка, сталь 40Х ГОСТ 4543-71
2. Предел прочности стали 40Х – $\sigma = 1000$ МПа, твердость по Бринеллю HB = 200 кгс / мм²

3. Общий припуск на обработку (на диаметр) $h = 8$ мм

4. Диаметр заготовки $D = 95$ мм

5. Диаметр детали (после обработки) $d = 89$ мм

6. Длина обрабатываемой поверхности $l = 140$ мм

7. Требуемая шероховатость $R_a = 2,5$ мкм

8. Станок – 1К62

При расчете режимов резания необходимо:

- ☐ выбрать тип, размеры и геометрические параметры резца;
- ☐ выбрать станок;
- ☐ рассчитать элементы режима резания;
- ☐ провести проверку выбранного режима резания по мощности привода главного движения резания, крутящему моменту, прочности державки резца и прочности механизма подачи станка;
- ☐ произвести расчет времени, необходимого для выполнения итерации;
- ☐ произвести расчет необходимого количества станков;
- ☐ провести проверку эффективности выбранного режима резания и выбранного оборудования.

1. Выбор токарного резца

1.1. Выбор материала режущей части резца

Исходя из общего припуска на обработку и требований к шероховатости поверхности обработку проводим в два прохода (черновое и чистовое точение).

По приложению 2 выбираем материал пластинки из твердого сплава: для чернового точения – Т5К10, для чистового точения – Т15К6.

1.2. Назначение размеров резца

Для станка 1К62 с высотой центров 200 мм размеры сечения державки резца принимаем: Н х В = 25 х 16 мм.

Для обработки выбираем проходной прямой отогнутый резец с пластинкой из твердого сплава, размеры которого приведены в приложении 3: резец 2102 - 0055 ГОСТ 18877-73.

1.3. Назначение геометрических параметров режущей части резца

В зависимости от материала режущей части резца и условий обработки выбираем одинаковую форму передней поверхности резцов (для чернового и чистового точения) по приложению 3.

Согласно ГОСТ на токарные резцы по приложениям 5 – 7 выбираем геометрические параметры резцов: $\gamma_\phi = -10^\circ$, $\gamma = 15^\circ$, $\alpha_{\text{черн}} = 8^\circ$, $\alpha_{\text{чист}} = 12^\circ$, $\phi = 45^\circ$, $\phi_l = 45^\circ$, $\lambda = 0^\circ$.

2. Назначение глубины резания

При чистовом точении глубину резания принимаем $t_2 = 1$ мм, Тогда, глубина резания при черновом точении определяется по формуле;

$$t_1 = h/2 - t_2 = 8/2 - 1 = 3 \text{ мм.}$$

3. Назначение величины подачи

При черновой обработке подачу выбираем по приложению 10 в зависимости от обрабатываемого материала, диаметра заготовки и глубины резания в пределах 0,6–1,2: мм/об. Принимаем $S_1 = 0,8$ мм/об.

При чистовой обработке подачу выбираем по приложению 10 в зависимости от шероховатости поверхности и радиуса при вершине резца, который принимаем равным 1,2 мм, $S_2 = 0,2$ мм/об.

Выбранные подачи уточняем по паспортным данным станка. 1К62 по приложению 26. Назначаем следующие подачи $S_1 = 0,78$ мм/об, $S_2 = 0,195$ мм/об.

4. Определение скорости резания

4.1. Определяем скорость резания v , м/мин. по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v,$$

где C_v – коэффициент, зависящий от условий обработки (по приложению 11 для черновой обработки $C_{v1} = 340$; для чистовой – $C_{v2} = 420$);

T – стойкость резца, мин (принимаем $T_1 = T_2 = 60$ мин); x , y , m – показатели степени (приложение. 11);

K_v – общий поправочный коэффициент, представляющий собой произведение отдельных коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора на скорость резания.

Для резцов с пластиной из твердого сплава K_v равно:

$$K_v = K_{\mu\nu} K_{nv} K_{uv} K_{\phi\nu} K_{\phi lv} K_{rv} K_{qv} K_{ov}$$

где $K_{\mu\nu}$ – общий поправочный коэффициент, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала, по приложению 12 и 13:

$$K_{\mu\nu} = 1 \left(\frac{750}{1000} \right)^1 = 0,75;$$

K_{nv} – поправочный коэффициент, учитывающий состояние поверхности

заготовки, по приложению 14 – при черновой обработке $K_{nv1} = 0,8$, при чистовой обработке – $K_{nv2} = 1,0$; K_{uv} – поправочный, коэффициент, учитывающий материал режущей части, по приложению. 15 - $K_{uv1} = 0,65$; $K_{uv2} = 1,0$; $K_{\phi\nu}$ – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане резца, по приложению. 16 – для $\phi = 45^\circ$ $K_{\phi\nu1} = K_{\phi\nu2} = 1,0$; $K_{\phi lv}$, K_{rv} , K_{qv} – только для резцов из быстрорежущей стали; K_{ov} – поправочный коэффициент, учитывающий вид обработки (по приложению 17 $K_{ov} = 1,0$).

Общий поправочный коэффициент для резцов (чернового и чистового) равен:

$$K_{v1} = 0,75 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,39,$$

$$K_{v2} = 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,75.$$

Показатели степени x , y и m по таблице приложения 11;

для черновой обработки – $x_1 = 0,15$, $y_1 = 0,20$, $m_1 = 0,20$ (при S до 0,3 мм/об),
для чистовой обработки – $x_2 = 0,15$, $y_2 = 0,45$, $m_2 = 0,20$ (при S св. 0,7 мм/об).

Скорость резания, м/мин, равна:

$$v_1 = \frac{340}{60^{0,2} 3^{0,15} 0,78^{0,2}} 0,39 = 52,2 ;$$

$$v_2 = \frac{420}{60^{0,2} 3^{0,15} 0,195^{0,2}} 0,75 = 290 .$$

4.2. Определяем частоту вращения шпинделя, об/мин, по расчетной скорости резания:

$$n_1 = \frac{1000 v_1}{\pi D_1} = \frac{1000 \cdot 52,2}{3,14 \cdot 95} = 175 ;$$

$$n_2 = \frac{1000 v_2}{\pi D_2} = \frac{1000 \cdot 290}{3,14 \cdot 89} = 1037 .$$

4.3. Уточняем частоту вращения шпинделя по паспорту станка

Для черновой обработки выбираем 13 ступень коробки скоростей $n_1 = 200$ мин⁻¹, для чистовой обработки выбираем 21 ступень коробки скоростей $n_2 = 1000$ мин⁻¹.

4.4. Определяем фактическую скорость резания. V_{ϕ} , м/мин:

$$v_1 = \frac{\pi D_1 n_1}{1000} = \frac{3,14 \cdot 95 \cdot 200}{1000} = 59,7 ;$$

$$v_2 = \frac{\pi D_2 n_2}{1000} = \frac{3,14 \cdot 89 \cdot 1000}{1000} = 279,5 .$$

5. Проверка выбранного режима резания

Выбранный режим резания необходимо проверить по мощности привода шпинделя станка, по прочности механизма подачи, по прочности державки резца и по прочности пластинки твердого сплава.

5.1. Проверка по мощности привода шпинделя станка

Мощность, затрачиваемая на резание N_p , должна быть меньше или равна мощности на шпинделе $N_{шп}$:

$$N_p \leq N_{шп} = N_{\varepsilon} \eta ,$$

где N_{ε} – мощность электродвигателя токарного станка, кВт; для станка 1К62, $N_{\varepsilon} = 10$ кВт; η – КПД привода токарного станка, для станка 1К62 $\eta = 0,8$.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z v_{\phi}}{1000}$$

где P_z – сила резания, Н; v_{ϕ} – фактическая скорость резания, м/с.

Для определения мощности резания определяем силу резания при черновой обработке. Силу резания при точении рассчитываем по следующей формуле:

$$P_{z1} = 9,81 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot v_{\phi 1}^n \cdot K_p ,$$

где C_p – коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала, материал режущей части резца, а также условия обработки, приложение 18. $C_p = 300$;

K_p – общий поправочный коэффициент, численно равный произведению ряда коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора на силу резания:

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\eta p} K_{\lambda p} K_{rp} ,$$

где K_{mp} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала, определяется по таблице приложения 19:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma}{750} \right)^{0,75} = 1,24;$$

$K_{\phi p}$ – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане резца, по приложению 20 $K_{\phi p} = 1,0$; $K_{\gamma p}$ – поправочный коэффициент, учитывающий передний угол резца, по приложению 20 $K_{\gamma p} = 1,25$; $K_{\lambda p}$ – поправочный коэффициент учитывающий угол наклона главного лезвия, по приложению 20 $K_{\lambda p} = 1,0$.

Поправочный коэффициент K_{rp} , учитывающий радиус при вершине резца, определяется для резцов из быстрорежущей стали.

Тогда, общий поправочный коэффициент равен:

$$K_p = 1,24 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 1,55.$$

Показатели степени x , y и n принимаем по приложению.18 для черновой обработки: $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$.

Сила резания при точении равна:

$$P_{z1} = 9,81 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,78^{0,75} \cdot 59,7^{-0,15} \cdot 1,55 = 6150 \text{ Н}.$$

Мощность резания, кВт,

$$N_p = \frac{6150 \cdot 59,7}{1000 \cdot 60} = 6,12 \text{ кВт}.$$

Мощность на шпинделе равна:

$$N_{unn} = 10 \cdot 0,8 = 8 \text{ кВт}.$$

Так как $N_p < N_{unn}$ ($6,12 < 8$ кВт), то выбранный режим резания удовлетворяет условию по мощности на шпинделе станка.

5.2. Проверка по прочности механизма продольной подачи станка

Осевая сила P_x которая оказывает непосредственное влияние на прочность механизма продольной подачи станка, должна быть меньше или равна наибольшего усилия, допускаемого механизмом продольной подачи станка:

$$P_x \leq P_{x \text{ доп}}$$

где P_x – осевая сила резания, Н, принимаем $P_x = 0,4P_z$;

$P_{x \text{ доп}}$ – наибольшее усилие, допускаемое механизм продольной подачи станка, Н.

По паспортным данным станка 1К62 наибольшее усилие, допускаемое механизмом продольной подачи станка, равно 3600 Н.

Осевая сила $P_x = 0,4 \cdot 6150 = 2460$ Н.

Так как ($2460 < 3600$ Н), выбранный режим резания удовлетворяет условию прочности механизма продольной подачи станка.

5.3. Проверка по прочности державки резца

Условие по прочности державки резца выражается следующей формулой:

$$\sigma_{изг} \leq [\sigma_{изг}],$$

где $\sigma_{изг}$ – наибольшее напряжение в теле резца, зависящее от воспринимаемой нагрузки, материала тела резца и размеров его поперечного сечения,

$$\sigma_{изг} = \frac{M_{изг} l}{W},$$

где $M_{изг}$ – изгибающий момент, Нм; l – вылет резца из резцедержателя, м; вылет резца принимаем $l = 1,5 H$ (H – высота державки резца, $H = 25$ мм); W – осевой момент сопротивления или момент сопротивления при изгибе, м³ (для прямоугольного сечения $W = BH^2/6$); $[\sigma_{изг}]$ – допустимое напряжение для державки резца, МПа (для стали $[\sigma_{изг}] = 200 - 250$ МПа). Принимаем $[\sigma_{изг}] = 200$ МПа.

Тогда напряжение в теле резца определяется по формуле:

$$\sigma_{изз} = \frac{P_z l}{W} = \frac{6P_z l}{BH^2} = \frac{9P_z}{BH} = \frac{9 \cdot 6150}{16 \cdot 25} = 138,4 \text{ МПа}.$$

Так как ($138,4 < 200$ МПа), выбранный режим резания удовлетворяет условию по прочности державки резца.

5.4. Проверка по прочности пластинки твердого сплава резца

Условие прочности пластинки твердого сплава резца выражается следующей формулой:

$$P_z < [P_z],$$

где P_z – фактическая сила резания, Н, $P_z = 6150$ Н; $[P_z]$ – величина силы резания, допускаемая по прочности пластинок твердого сплава в зависимости от их толщины в мм. В соответствии с приложением. 20 толщину пластинки твердого сплава следует брать не менее 8 мм.

6. Расчет времени выполнения операции

6.1. Расчет основного времени

Основное время T_o на изменение формы и размеров заготовки определяем по формуле

$$T_o = \frac{Li}{nS},$$

где L – длина рабочего хода резца, мм,

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3.$$

где l – длина обрабатываемой поверхности, мм, $l = 140$ мм; l_1 – величина пути врезания, мм, $l_1 = t \operatorname{ctg} \varphi + (0,5 \dots 2) = 3 \operatorname{ctg} 45^\circ + 2 = 5$ мм; l_2 – величина перебега резца, мм, $l_2 = 1-3$ мм, принимаем $l_2 = 3$ мм; l_3 – величина пути для снятия пробных стружек, мм. В массовом производстве при работе на настроенных станках l_3 не учитывается; i – число рабочих ходов резца, $i = 1$.

Основное время, мин, равно:

$$T_{o1} = \frac{Li}{n_1 S_1} = \frac{(140 + 5 + 3) \cdot 1}{200 \cdot 0,78} = 0,95;$$

$$T_{o2} = \frac{Li}{n_2 S_2} = \frac{(140 + 5 + 3) \cdot 1}{1000 \cdot 0,195} = 0,76.$$

6.2. Расчет штучного времени

Штучное время, затрачиваемое на данную операцию:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{обс} + T_{пер}$$

где $T_{всп}$ – вспомогательное время, мин.:

- время на установку и снятие детали по приложению 22 – 1,10 мин;
- время на рабочий ход по приложению 23 принимаем 0,5 мин;
- время на измерение детали по приложению.24 принимаем 0,16 мин;

$$T_{всп} = 1,10 + 0,5 + 0,16 = 1,66 \text{ мин.}$$

Оперативное время

$$T_{оп} = T_o + T_{всп} = (0,95 + 0,76) + 1,66 = 3,37 \text{ мин.}$$

Время обслуживания рабочего места $T_{обс} = (3-8 \%) \cdot T_{оп}$; время перерывов в работе

$$T_{пер} = (4-9 \%) \cdot T_{оп}.$$

$$T_{шт} = 1,71 + 1,66 + 0,05 \cdot 3,37 + 0,05 \cdot 3,37 = 3,7 \text{ мин.}$$

2.4 Пример выполнения задания

2.4 1. Раздел « Материаловедение»

Вариант 7.

Марка стали 30ХГР.

Полуось.

Полуось – это вал ведущего моста автомобиля и других транспортных машин, который передает вращения между ведущим колесом и дифференциалом.

Вал — деталь машины, предназначенная для передачи крутящего момента и восприятия действующих сил со стороны расположенных на нём деталей и опор.

Полуоси, устанавливаемые в задние мосты автомобилей ВАЗ — полуразгруженные. Внешний конец полуоси заканчивается фланцем, к которому болтами крепятся тормозные барабаны и диски задних колес автомобиля. Причем, тормозной барабан крепится к фланцу полуоси двумя установочными штифтами, которые значительно облегчают монтаж и демонтаж дисков колес.

В процессе эксплуатации автомобиля полуоси воспринимают на себя множество различных нагрузок, это и изгибающие моменты от вертикальной реакции на действие силы тяжести, приходящейся на колесо, и касательная реакция, которая обусловлена тяговой и тормозной силами, и от боковой силы, возникающей при заносе автомобиля, а также боковые нагрузки под действием бокового ветра.

Полуось. Марка стали 30ХГР. Твердость после ТО НВ 350-400.

Химический состав (%) стали 30ХГР.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.28-0.34	0.9-1.2	0.8-1.1	до 0.3	до 0.025	до 0.025	0.8-1.1	до 0.3

Сталь 30ХГСА используется:

при производстве деталей работающих при температуре до 200°C(валы, оси, зубчатые колеса, фланцы, корпуса обшивки, лопатки компрессорных машин)
при производстве деталей работающих при знакопеременных нагрузках: рычаги, толкатели, ответственные сварные конструкции
при производстве деталей работающих при низких температурах: крепежные детали

Термическая обработка металлов и сплавов — процесс тепловой обработки металлических изделий, целью которого является изменение структуры и свойств в заданном направлении.

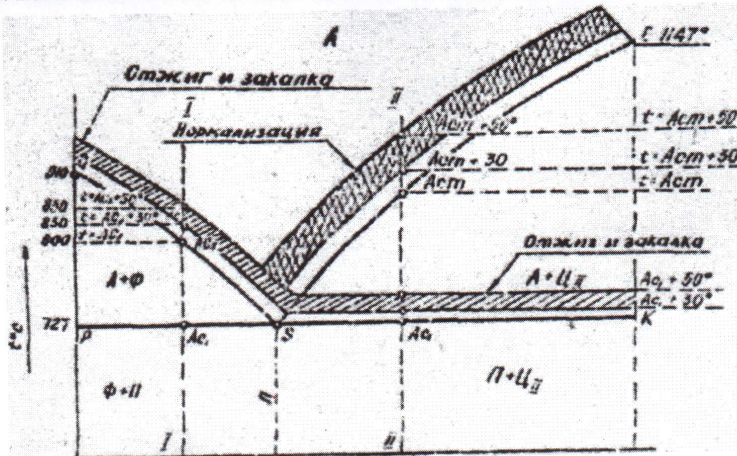
Виды термической обработки

Среди основных видов термической обработки следует отметить:

Отжиг (гомогенизация и нормализация). Целью является получение однородной зёрненной микроструктуры и растворение включений. Последующее охлаждение является медленным, препятствующим образованию неравновесных структур типа мартенсита.

- Закалку проводят с повышенной скоростью охлаждения с целью получения неравновесных структур типа мартенсита. Критическая скорость охлаждения, необходимая для закалки зависит от материала.
- Отпуск необходим для снятия внутренних напряжений, внесённых при закалке. Материал становится более пластичным при некотором уменьшении прочности.
- Дисперсионное твердение (старение). После проведения отжига проводится нагрев на более низкую температуру с целью выделения частиц упрочняющей фазы. Иногда проводится ступенчатое старение при нескольких температурах с целью выделения нескольких видов упрочняющих частиц.

Отжиг — вид термической обработки металлов и сплавов, заключающийся в нагреве до определённой температуры, выдержке и последующем, обычно медленном, охлаждении. При отжиге осуществляются процессы возврата (отдыха металлов), рекристаллизации и гомогенизации. Цели отжига — снижение твёрдости для повышения обрабатываемости, улучшение структуры и достижение большей однородности металла, снятие внутренних напряжений. Изучая процесс отжига, необходимо усвоить назначение и сущность отжига и практику его проведения.

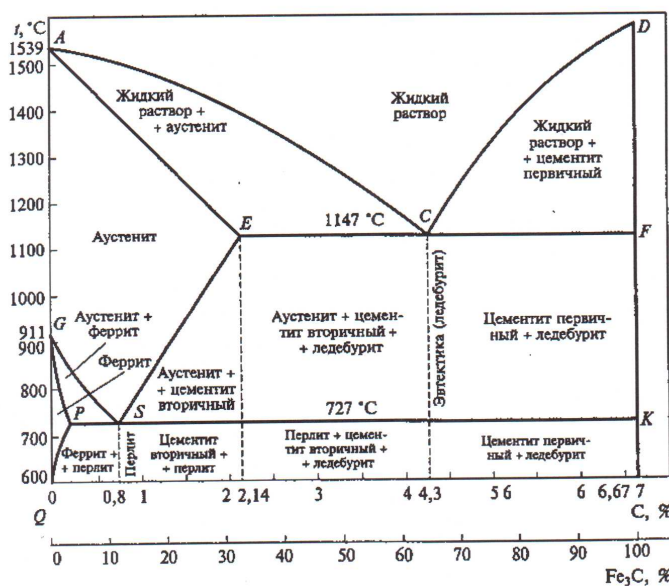


Надо ясно представить, что отжиг, как и всякий другой вид термической обработки, складывается из отдельных факторов, а именно: скорости нагрева, температуры нагрева, времени выдержки и скорости охлаждения. Необходимо также обратить внимание на явление перегрева и пережога металла как следствие неправильного ведения процесса. Рассмотрим на примерах определение температур нагрева для полного отжига доэвтектоидной стали $C = 0,4\%$ и неполного отжига заэвтектоидной стали $C = 1,2\%$. Положение этих сталей указано линиями I-I, II-II. Так, в соответствии с диаграммой (рис.3) температура нагрева для полного отжига определится так: температура $t = A_{c3} + (30-50)^\circ = 830-850^\circ$ (так как A_{c3} для этой стали $= 800^\circ$). Температура неполного отжига $C=1,2\%$ определится так: температура $t = A_{c1} + (30-50)^\circ = 757-777^\circ$ (так как $A_{c1} = 727^\circ$). При изучении процесса нормализации стали надо установить различие между нормализацией и отжигом стали как в отношении методики проведения процесса, так и с точки зрения его назначения. Рекомендуется учащимся сравнить структуры и свойства нормализованной и отожженной стали одного и того же химического состава. Известно, что несколько повышенная скорость охлаждения на спокойном воздухе (нормализация) делает сталь более прочной и твердой, чем при охлаждении в печи (отжиг).

Очевидно, что нагрев этой стали ($C = 0,4\%$) ниже точки A_{c1} например до точки I (рис.4), не может изменить структуру и повысить твердость. Не будет происходить изменения твердости и структуры при всяком нагреве до t ниже A_{c1} , так как структура будет оставаться ферритоперлитной.

Термическая обработка — выдерживание материала при повышенной (нагрев) или при пониженной (охлаждение) температуре, либо соблюдение определённого температурного режима в течение определённого времени для придания ему необходимых свойств.

Краткая характеристика структур, получаемых при различных скоростях охлаждения аустенита. Технология термической обработки. Общая характеристика видов термической обработки стали. Виды отжига. Сущность, назначение и применение. Нормализация стали. Влияние нормализации на структуру и механические свойства. Закалка стали. Выбор температуры закалки и время выдержки при закалке. Закалочные среды и требования, предъявляемые к ним. Методы закалки. Закаливаемость стали и факторы, влияющие на нее. Прокаливаемость стали. Обработка стали холодом. Отпуск стали. Виды и назначения отпуска. Технология проведения отпуска. Термомеханическая обработка стали. Поверхностная закалка, ее виды и область применения: закалка при индукционном нагреве, закалка при газопламенном нагреве. Дефекты, возникающие при закалке, меры их предупреждения и устранения. Основное оборудование термических цехов. Механизация и автоматизация термической обработки. Охрана окружающей среды и безопасность труда при проведении работ по термической обработке стали.



Температура критических точек A_{cm} - 732, A_{cs} - 813. Виды и режимы термической обработки: t - температура, °C, время выдержки, ч, Н, 880, воздух; 3, 860, вода - f 4 Ос, 400, воздух, твердость 179.

Упрощенная диаграмма состояния сплавов железо—углерод (цементит): ACD — линия ликвидуса; AECF — линия солидуса; GSE и PSK — линии перехода α -железа в γ -железо при нагреве; QPG — область однофазной ферритной структуры

Линии диаграммы определяют превращения в структуре и свойствах сплавов, происходящие при изменении температуры. Чистое железо плавится и затвердевает при постоянной температуре 1539 °C, все остальные сплавы железа с углеродом плавятся (затвердевают) и испытывают превращения структуры в некотором интервале температур. Рассматривая эти превращения, можно выделить два их типа: превращение

структуры сплавов при переходе из жидкого состояния в твердое (первичная кристаллизация) и превращения в твердом состоянии (вторичная кристаллизация).

Первичная кристаллизация для всех сплавов начинается при снижении температуры по линии ликвидуса ACD. При этом сплавы, содержащие 0...4,3% C, начинают затвердевать по линии AC с выделением зерен аустенита, а сплавы с содержанием углерода выше 4,3 % затвердевают по линии CD, выделяя зерна цементита, называемого первичным. В точке C при температуре 1147 °C и содержании 4,3 % углерода из жидкого сплава кристаллизуется одновременно аустенит и первичный цементит, образуется эвтектическая смесь — ледебурит, который присутствует во всех сплавах, относящихся к чугунам.

Кристаллизация сплавов заканчивается по линии солидуса AECF. При температурах, соответствующих линии AE, сплавы с содержанием углерода до 2,14 % полностью затвердевают со структурой аустенита. По линии солидуса EC заканчивается затвердевание сплавов, содержащих 2,14...4,3 % углерода. В точке C при температуре 1147 °C и 4,3% C происходит одновременная кристаллизация аустенита и цементита в виде тонкой механической смеси — ледебурита. Но поскольку при более высоких температурах из жидкого сплава шло выделение аустенита, в этих сплавах после затвердевания сформируется структура аустенит + ледебурит + Fe_3C вторичный. По линии солидуса CF сплавы с содержанием углерода 4,3 ...6,67% затвердевают также с образованием ледебурита, но выделившийся при более высоких температурах цементит создает окончательную структуру первичный цементит + ледебурит.

Дальнейшие изменения структуры сплавов происходят при понижении температуры в твердом состоянии, т.е. при вторичной кристаллизации.

Вторичная кристаллизация в сплаве железо—углерод связана с аллотропным превращением γ -железа в α -железо и характеризуется линиями диаграммы GSEF и PSK.

Линия GS показывает начало превращения аустенита в феррит, поэтому в области GSP будет структура аустенит + феррит. Критические точки, лежащие на линии GS, обозначаются либо A_{c3} при нагреве, либо A_{c3} при охлаждении.

Линия SE показывает снижение растворимости углерода в железе с понижением температуры. Критические точки на этой линии обозначают A_{cm} . Если в точке E при температуре 1147 °C растворимость углерода максимальная и достигает 2,14 %, то в точке S при 727 °C растворимость углерода составляет всего 0,8 %. Следовательно, во всех сталях в интервале концентраций углерода 0,8...2,14 % из аустенита выделяется избыточный углерод, который, соединяясь с железом, образует цементит, называемый вторичным, а сталь имеет структуру аустенит + цементит вторичный.

Точка S является концом равновесного существования аустенита и называется эвтектоидной точкой. Она делит все стали на две типичные группы: левее точки S находятся доэвтектоидные стали со структурой феррит + перлит, правее — заэвтектоидные со структурой цементит вторичный + перлит. В точке S сталь содержит 0,8 % углерода, имеет структуру перлита и называется эвтектоидной.

При охлаждении аустенита с низким содержанием углерода в результате его превращения в феррит в области QPG образуется однофазная ферритная структура.

Для всех сплавов железо—углерод распад аустенита заканчивается по линии PSK (727 °C). Критические точки, лежащие на этой линии, обозначаются при нагреве и при охлаждении.

Искусственное охлаждение — процесс понижения температуры тела или среды с помощью специальной техники, приспособлений и устройств, противоположный нагреву.

В прикладных целях (получение искусственного холода) достигается отводом определённого количества теплоты. В промышленности и технике искусственный холод получают в основном, используя холодильные машины и охлаждающие смеси.

Стали 30X13 и 40X13 хорошо подвергаются горячей пластической деформации, которую проводят в интервале 1100-850 °C. Стали склонны к образованию трещин при быстрых скоростях нагрева и охлаждения. В связи с этим при нагреве под горячую деформацию применяют медленный подогрев до 830 °C, а после деформации - замедленное охлаждение в стое, песке или в печи. Холодная пластическая деформация сталей ограничена, особенно стали 40X13. В качестве смягчающей термической обработки после горячей деформации применяют промежуточный отжиг при 740-800 °C или полный отжиг при 810-880 °C с последующим медленным охлаждением 25-50 °C/ч до 600 °C. После холодной пластической деформации - отжиг при 750 °C.

Окончательной термической обработкой является закалка с 950-1050 °C с охлаждением в масле или на воздухе и отпуск на заданную твердость и коррозионную стойкость. Для сталей, применяемых для изготовления хирургических инструментов, рекомендуется ступенчатая закалка с 1020-1040 °C с последующим охлаждением в щелочи при 350 °C с целью уменьшения коробления и повышения упругих свойств.

Образующийся при закалке стали мартенсит, представляет собой неустойчивую структуру, характеризующуюся высокой твердостью, хрупкостью и высоким уровнем внутренних напряжений. По этой причине закалённую сталь обязательно подвергать отпуску.

Отпуском называют термическую операцию, заключающуюся в нагреве закалённой стали до температур, не превышающих точку Ac1 (т.е. не выше линии PSK), выдержке и последующем охлаждении чаще всего на воздухе. Отпуск является окончательной операцией термической обработки, в результате которой сталь получает требуемые механические свойства. Кроме того, отпуск частично или полностью устраняет внутренние напряжения, возникшие при закалке.

Окончательные свойства стали в большей степени зависят от температуры отпуска. Различают три вида отпуска стали в зависимости от температуры нагрева.

Температура нагрева стали 30ХГР - 1180—1190° C;

2.4 2. Раздел Горячая обработка конструкционных материалов

Разработка технологического процесса изготовления отливки в постоянной форме.

Цель: Изучить методику и обладать навыками состава шихты. Основные принципы конструирования модельного комплекта и разработки технологического процесса изготовления отливки.

- Задание: 1) Определить состав шихты для получения марки чугуна согласно варианта.
2) Для заданной детали спроектировать и зарисовать модель отливки, стержень и литейную систему.
3) Разработать технологию и составить карту основных операций изготовления формы.
4) Изобразить собранную форму с указанием её элементов.

1)

Вар.	Марка	Содержание элементов %					Ф.ар. %	
		C	Si	Mn	P	S	Si	Mn
5	ЧД 30	3,0-3,2	1,3-1,9	0,7-1,0	0,2	0,12	10	2,0

$$Si = 1,8 \quad Mn = 0,8$$

$$K_{шх} = \frac{K_{отл}}{(100 - \varphi_2)} \cdot 100\% = \frac{1,8}{100 - 10} \cdot 100\% = 2\%$$

где $K_{шх}$, $K_{отл}$ - содержание элемента соответственно в шихте и в отливке.
 φ_2 - усадочный элемент, %.

$$K_{шш} = \frac{K_{отл}}{(100 - \varphi_2)} \cdot 100\% = \frac{0,8}{100 - 20} \cdot 100 = 1\%$$

Состав чугунного чугуна.

- 1) АК-0 $Si = 3,5\%$ $Mn = 1\%$
- 2) АК-1 $Si = 3\%$ $Mn = 1\%$
- 3) АК-2 $Si = 2,5\%$ $Mn = 1\%$
- 4) АК-3 $Si = 2\%$ $Mn = 1\%$
- 5) АК-4 $Si = 1,5\%$ $Mn = 1\%$
- 6) чугун $Si = 2\%$ $Mn = 0,7\%$

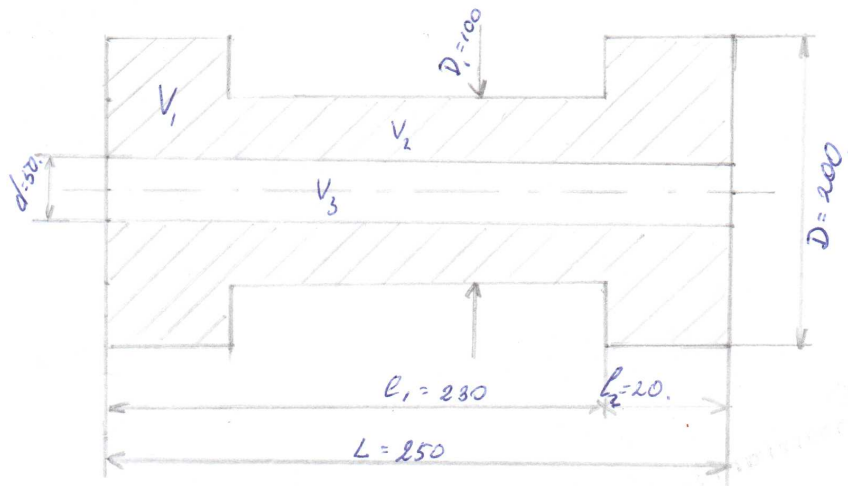
В нашем примере нужен следующий состав шихты.

АК-0 ($Si = 3,5\%$ $Mn = 1\%$) 25%.

АК-4 ($Si = 1,5\%$ $Mn = 1\%$) 75%.

чугун ($Si = 2\%$ $Mn = 0,7\%$) 0%.

2)



$$D_{ст} = D_{отв} - 2\delta + \varepsilon$$

где $D_{отв}$ - диаметр отверстия детали, мм.

δ - припуск на механическую обработку, мм.

ε - усадка отливки по диаметру отверстия, мм.

$$D_{ст} = 50 - 2 \cdot 4 + 0,8 = 40,8 \text{ мм.}^3$$

Расчет латниковой системы сводится к определению площади поперечных сечений её элементов.

Площадь сечения питателя можно определить по эмпирической формуле:

$$F_n = C \sqrt{M}, \text{ см}^3$$

где C - к-т, зависящий от средней толщины стенки отливки.

M - масса отливки, кг.

$$V_1 = \pi R^2 l_2 = 3,14 \cdot 1,5^2 \cdot 2 = 14,13 \text{ см}^3$$

$$V_2 = \pi R^2 l_1 = 3,14 \cdot 1,5^2 \cdot 23 = 162,495 \text{ см}^3$$

$$V_3 = \pi R^2 L = 3,14 \cdot 1,5^2 \cdot 25 = 176,625 \text{ см}^3$$

$$M_{отл} = V_{отл} \cdot \rho = 14,3 \cdot 7,8 = 110,2 \text{ г} \approx 0,1102 \text{ кг.}$$

$$\text{где } \rho = 7,8 \text{ кг/см}^3$$

$$F_n = C \cdot \sqrt{M} = 0,5 \cdot \sqrt{0,1102} = 0,5 \cdot 0,332 = 0,166 \text{ см}^3$$

$$F_n : F_{шл} : F_{ст} = 1,0 : 1,1 : 1,5$$

F_n - площадь сечения питателя.

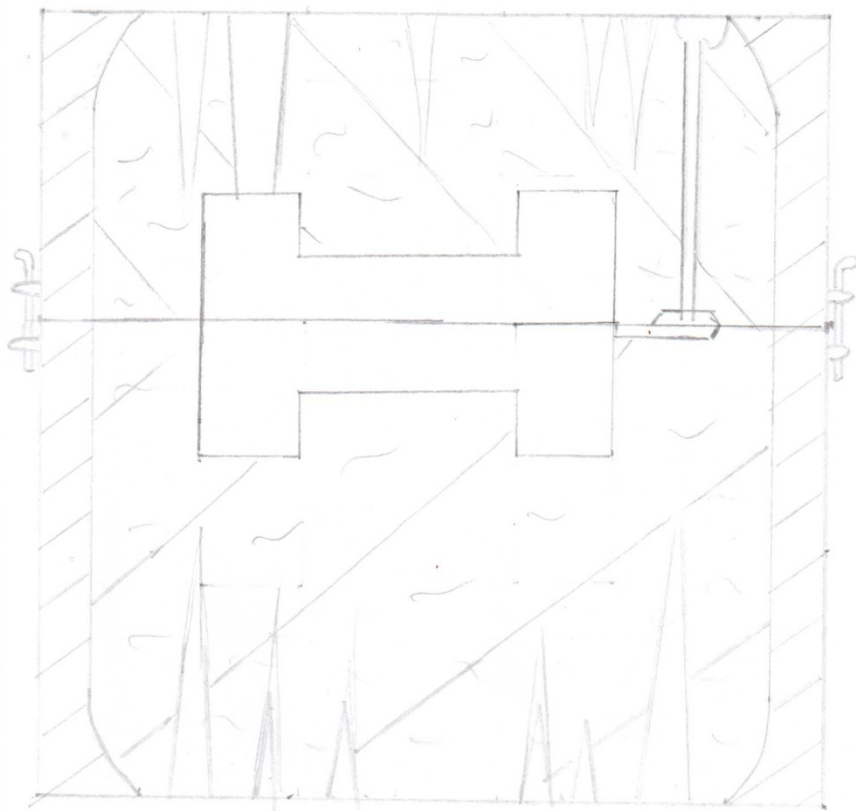
$F_{шл}$ - площадь сечения шлакоуловителя.

$F_{ст}$ - площадь сечения стояка.

$$F_{шл} = F_n \cdot 1,1 = 0,166 \cdot 1,1 = 0,1826 \text{ см}^3$$

$$F_{ст} = F_n \cdot 1,5 = 0,166 \cdot 1,5 = 0,249 \text{ см}^3$$

Литейная форма.



карта основных операций
изготовления формы.

Наименование операции.	Инструменты.
1) Установка нижней части модели, модели питателя и нижней опоки разъемом вниз на подмодельную плиту.	подмодельная плита.
2) Тросчатую облицовочную смесь уплотнить руками на тану-модель слоем 20-30 мм.	облицовочная смесь.
3) Насыпать в опоку слой наполнительной смеси высотой 50-70 мм и уплотнить его трамбовкой.	трамбовка.
5) Установка верхней опоки, размещение модели шлакоуловителя, стояка и выноров.	
6) Тросчатую смесь насыпать разделительным песком.	песок.
7) Вырезать литейную тану и извлечь модель стояка и выноров.	
8) Верхнюю полусферу снять, установить на плиту плоскостью разъема вверх.	плита.
9) Извлечь половинки модели отливки, модели шлакоуловителя и питателя. Исправить поврежденные места.	шпатель, лопатка, лопатка.
4) Срезать линейкой излишки формовочной смеси и сделать чашой вентилируемые каналы.	линейка, шпатель.
10) Рабочую плоскость формы припосылать серебряным графитом, собрать форму под заливку металлом.	серебряный графит.

Вывод: в процессе выполнения работы я изучил методику и овладел навыками составы смеси, основные принципы конструирования модельного континента и разработки технологического процесса изготовления отливок

2.4 1. Раздел Назначение режимов резания при точении материалов.

РАСЧЕТ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ				
Исходные данные:				
1. Заготовка – прокат, круг $\frac{25 \text{ ГОСТ } 2590-2006}{\text{сталь } 45 \text{ ГОСТ } 1050-88}$				
2. Предел прочности сталь 45 ГОСТ 1050-88 $\sigma = 640 \text{ МПа}$, твердость по Бринеллю $HV = 62 \text{ кгс / мм}^2$				
3. Общий припуск на обработку (на диаметр) $h = 5 \text{ мм}$				
4. Диаметр заготовки $D = 25 \text{ мм}$				
5. Диаметр детали (после обработки) $d_1 = 20 \text{ мм}$, $d_2 = 16 \text{ мм}$, $d_3 = 8 \text{ мм}$, $d_4 = 6 \text{ мм}$, $d_5 = 10 \text{ мм}$				
6. Длина обрабатываемой поверхности $l_1 = 38 \text{ мм}$, $l_2 = 27 \text{ мм}$, $l_3 = 24 \text{ мм}$, $l_4 = 11 \text{ мм}$, $l_5 = 8$				
7. Требуемая шероховатость $Ra = 3,2 \text{ мкм}$				
8. Станок – 1К62				
1. Выбор токарного резца				
1.1. Выбор материала режущей части резца				
Исходя из общего припуска на обработку и требований к шероховатости по поверхности обработки проводим в два прохода (черновое и чистовое точение).				
Выбираем материал пластинки из твердого сплава: для чернового точения – Т5К10, для чистового точения – Т15К6.				
1.2. Назначение размеров резца				
Для станка 1К62 с высотой центров 200 мм размеры сечения державки резца принимаем: $H \times B = 25 \times 16 \text{ мм}$.				
Для обработки выбираем: 1) проходной прямой отогнутый левый резец с пластинкой из твердого сплава: резец 2102 -0055 ГОСТ 18877-73;				
2) отрезной прямой отогнутый правый резец пластинами из твердого сплава: резец 2102-00055 ГОСТ 18877-73;				
1.3. Назначение геометрических параметров режущей части резца				
В зависимости от материала режущей части резца и условий обработки выбираем одинаковую форму передней поверхности резцов (для чернового и чистового точения) по приложению 3.				
Согласно ГОСТ на токарные резцы выбираем геометрические параметры резцов: 1) $\gamma_f = -10^\circ$, $\gamma = 15^\circ$, $\alpha_{\text{черн}} = 8^\circ$, $\alpha_{\text{чист}} = 12^\circ$, $\phi = 90^\circ$, $\phi_1 = 0^\circ$, $\lambda = 0^\circ$;				
2) $\alpha_{\text{черн}} = 8^\circ$, $\alpha_{\text{чист}} = 12^\circ$, $\phi = 90^\circ$, $\phi_1 = 0^\circ$, $\lambda = 0^\circ$.				
2. Назначение глубины резания				
При чистовом точении глубину резания принимаем $t_{12} = 0.5 \text{ мм}$, $i_{12} = 1 \text{ проход}$.				
Тогда, глубина резания при черновом точении				
$t_{11} = h/2 - t_{12} = 5/2 - 0.5 = 2 \text{ мм}$				
Тогда, глубина резания при черновом точении равна $t_{11} = 2 \text{ мм}$. $i_{11} = 1 \text{ проход}$				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №	№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
				Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Копировал

Формат А4

Продольное точение до $\phi 16$ на длину 27 мм. При точении поставим проходной прямой левый отогнутый резец из твёрдого сплава. При чистовом точении глубину резания принимаем $t_{22} = 0,5$ мм, $i_{22} = 1$ проходов. Тогда $t_{21} = (d_1 - d_2) / 2 - t_{22} = (20 - 16) / 2 - 0,5 = 1,5$ мм глубина резания при черновом точении равна $t_{21} = 1,5$ мм. $i_{21} = 1$ проходов. Продольное точение до $\phi 8$ на длину 24 мм. При чистовом точении глубину резания принимаем $t_{32} = 1$ мм, $i_{32} = 1$ проход. Тогда $t_{31} = (d_2 - d_3) / 2 - t_{32} = (16 - 8) / 2 - 1 = 3$ мм глубина резания при черновом точении равна $t_{31} = 3$ мм. $i_{31} = 1$ проходов. Продольное точение до $\phi 6$ на длину 11 мм. При чистовом точении глубину резания принимаем $t_{42} = 1$ мм, $i_{42} = 1$ проход. Тогда черновое точение не понадобится. Продольное точение до $\phi 10$ на длину 8 мм. При точении поставим проходной прямой правый отогнутый резец из твёрдого сплава. При чистовом точении глубину резания принимаем $t_{52} = 1$ мм, $i_{52} = 1$ проход. Тогда $t_{51} = (d_4 - d_5) / 2 - t_{52} = (20 - 10) / 2 - 1 = 4$ мм глубина резания при черновом точении равна $t_{51} = 2$ мм, $i_{51} = 2$ проход. 3. Назначение величины подачи 1) При черновой обработке подачу выбираем по приложению 10 в зависимости от обрабатываемого материала, диаметра заготовки и глубины резания в пределах 0,4-0,5: мм/об. Принимаем $S_{11} = 0,4$ мм/об. При чистовой обработке подачу выбираем по приложению 10 в зависимости от шероховатости поверхности и радиуса при вершине резца, который принимаем равным 1,2 мм, $S_{12} = 0,2$ мм/об. 2) При черновой обработке подачу выбираем в пределах 0,3-0,4: мм/об. Принимаем $S_{21} = 0,4$ мм/об. При чистовой обработке подачу выбираем $S_{22} = 0,2$ мм/об. 3) При чистовой обработке подачу выбираем $S_{32} = 0,2$ мм/об. 4) При черновой обработке подачу выбираем в пределах 0,3-0,4: мм/об. Принимаем $S_{41} = 0,4$ мм/об. При чистовой обработке подачу выбираем $S_{42} = 0,2$ мм/об. 5) При черновой обработке подачу выбираем в пределах 0,3-0,4: мм/об. Принимаем $S_{51} = 0,4$ мм/об. При чистовой обработке подачу выбираем $S_{52} = 0,2$ мм/об. Выбранные подачи уточняем по паспортным данным станка. 1К62 по приложению 26. Назначаем следующие подачи 1) $S_{11} = 0,39$ мм/об, $S_{12} = 0,195$ мм/об., 2) $S_{21} = 0,39$ мм/об, $S_{22} = 0,195$ мм/об. 3) $S_{31} = 0,39$ мм/об, $S_{32} = 0,195$ мм/об. 4) $S_{42} = 0,195$ мм/об. 5) $S_{51} = 0,39$ мм/об, $S_{52} = 0,195$ мм/об.							
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № докл.	Подп. и дата			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
					Лист		
					4		

$$v_{12} = \frac{\pi \cdot D_2 \cdot n_{12}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 21 \cdot 2000}{1000} = 131,88$$

$$v_{22} = \frac{\pi \cdot D_2 \cdot n_{22}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 17 \cdot 2000}{1000} = 106,76$$

$$v_{32} = \frac{\pi \cdot D_2 \cdot n_{32}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 10 \cdot 2000}{1000} = 62,8$$

$$v_{42} = \frac{\pi \cdot D_2 \cdot n_{42}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 8 \cdot 2000}{1000} = 50,24$$

$$v_{52} = \frac{\pi \cdot D_2 \cdot n_{52}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 12 \cdot 2000}{1000} = 75,36$$

5. ПРОВЕРКА ВЫБРАННОГО РЕЖИМА РЕЗАНИЯ

Выбранный режим резания необходимо проверить по мощности привода шпинделя станка, по прочности механизма подачи, по прочности державки резца и по прочности пластинки твердого сплава.

5.1. Проверка по мощности привода шпинделя станка

Мощность, затрачиваемая на резание N_p , должна быть меньше или равна мощности на шпинделе $N_{шп}$:

$$N_p \leq N_{шп} = N_3 \eta,$$

где N_3 - мощность электродвигателя токарного станка, кВт; для станка 1К622, $N_3 = 10$ кВт; η - КПД привода токарного станка, для станка 1К62 $\eta = 0,8$.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot v_f}{1000}$$

где P_z - сила резания, Н; v_f - фактическая скорость резания, м/с.

Для определения мощности резания определяем силу резания при черновой обработке. Силу резания при точении рассчитываем по следующей формуле:

$$P_z = 9,81 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot v_{f1}^n \cdot K_r$$

где C_p - коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала, материал режущей части резца, а также условия обработки. $C_p = 300$;

K_r - общий поправочный коэффициент, численно равный произведению ряда коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора на силу резания:

$$K_r = K_{mp} \cdot K_{\varphi} \cdot K_{\gamma} \cdot K_{\lambda} \cdot K_{\rho}$$

где K_{mp} - поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала:

$$\sigma = 640 \text{ МПа}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma}{750} \right)^{0.75} = \left(\frac{640}{750} \right)^{0.75} = 0.888;$$

K_{φ} - поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане резца

$$K_{\varphi} = 1;$$

K_{γ} - поправочный коэффициент, учитывающий передний угол резца $K_{\gamma} = 1,25$;

K_{λ} - поправочный коэффициент учитывающий угол наклона главного лезвия, $K_{\lambda} = 1,0$.

Поправочный коэффициент K_{ρ} , учитывающий радиус при вершине резца, определяется для резцов из быстрорежущей стали.

Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № доп.	Подп. и дата	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Лист
										7

Копировал

Формат А4

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № доп.	Подп. и дата																
Тогда, общий поправочный коэффициент равен: $K_p = 0.888 * 1 * 1.25 * 1 = 1.11$ Показатели степени x, y и n принимаем по приложению.18 для черновой обработки: $x = 1.0; y = 0.75; n = -0.15.$ Сила резания при точении равна: $P_z = 9.81 * 300 * 2^{1/3} * 0.39^{0.75} * 78.5^{-0.15} * 1.11 = 1675.758 \text{ Н}$ Мощность резания, кВт: $N_p = \frac{1675.758 * 78.5}{1000 * 60} = 2.19 \text{ кВт}$ Мощность на шпинделе равна: $N_{шп} = 10 * 0.8 = 8 \text{ кВт}$ Так как $N_p = N_{шп}$ ($2.19 \leq 8 \text{ кВт}$), то выбранный режим резания удовлетворяет условию по мощности на шпинделе станка. 5.2. Проверка по прочности механизма продольной подачи станка Осевая сила P_x которая оказывает непосредственное влияние на прочность механизма продольной подачи станка, должна быть меньше или равна наибольшему усилию, допускаемого механизмом продольной подачи станка: $P_x \leq P_{x \text{ доп}}$ где P_x - осевая сила резания, Н, принимаем $P_x = 0.4 P_z$; $P_{x \text{ доп}}$ - наибольшее усилие, допускаемое механизмом продольной подачи станка, Н. По паспортным данным станка 1К62 наибольшее усилие, допускаемое механизмом продольной подачи станка, равно 3600 Н. Осевая сила $P_x = 0.4 * 1675.758 = 670.303 \text{ Н}$. Так как ($670.303 < 3600 \text{ Н}$), выбранный режим резания удовлетворяет условию прочности механизма продольной подачи станка. 5.3. Проверка по прочности державки резца Условие по прочности державки резца выражается следующей формулой: $\sigma_{изг} \leq [\sigma_{изг}],$ где $\sigma_{изг}$ - наибольшее напряжение в теле резца, зависящее от воспринимаемой нагрузки, материала тела резца и размеров его поперечного сечения, $\sigma_{изг} = \frac{M_{изг} \cdot l}{W}$ где $M_{изг}$ - изгибающий момент, Нм; l - вылет резца из резцедержателя, м; вылет резца принимаем $l = 1.5 \text{ Н}$ (H - высота державки резца, $H = 25 \text{ мм}$); W - осевой момент сопротивления или момент сопротивления при изгибе, м^3; $[\sigma_{изг}]$ - допустимое напряжение для державки резца, МПа (для стали $[\sigma_{изг}] = 200 - 250 \text{ МПа}$). Принимаем $[\sigma_{изг}] = 200 \text{ МПа}$. Тогда напряжение в теле резца определяется по формуле: $\sigma_{изг} = \frac{P_z \cdot l}{W} = \frac{6 \cdot P_z \cdot l}{B \cdot H^2} = \frac{9 \cdot P_z}{B \cdot H} = \frac{9 * 1675.758}{16 * 25} = 37.7 \text{ МПа}$ Так как ($37.7 < 200 \text{ МПа}$), выбранный режим резания удовлетворяет условию по прочности державки резца.																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> </tr> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ док.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>														Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата																
						Лист														
						8														

Копировал

Формат А4

5.4. Проверка по прочности пластинки твердого сплава резца

Условие прочности пластинки твердого сплава резца выражается следующей формулой: $P_z < [P_z]$,

где P_z - фактическая сила резания, Н, $P_z = 1675,758$ Н; $[P_z]$ - величина силы резания, допускаемая по прочности пластинок твердого сплава в зависимости от их толщины в мм. Толщину пластинки твердого сплава следует брать не менее 4 мм.

6. РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИИ

6.1. Расчет основного времени

Основное время T_0 на изменение формы и размеров заготовки определяем по формуле:

$$T_0 = \frac{L_i}{nS}, \text{ минут}$$

где L - длина рабочего хода резца, мм,

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм.; l - величина пути врезания, мм, $l_1 = t \operatorname{ctg} \varphi + (0,5 \dots 2) = 2 \operatorname{ctg} 45^\circ + 2 = 4$ мм; l_1 - величина перебега резца, мм, $l_2 = 1-3$ мм, принимаем $l_2 = 2$ мм; l_3 - величина пути для снятия пробных стружек, мм. При работе на настроенных станках $l_3 = 0$; i - число рабочих ходов резца.

$$T_{011} = \frac{L_{i11}}{n_{i1}S_{i1}} = \frac{(38+4+2)*1}{1000*0.39} = 0,113$$

$$T_{012} = \frac{L_{i12}}{n_{i1}S_{i1}} = \frac{(38+2,5+2)*1}{2000*0.195} = 0,109$$

$$T_{021} = \frac{L_{i21}}{n_{i2}S_{i2}} = \frac{(27+3,5+2)*1}{1250*0.39} = 0,067$$

$$T_{022} = \frac{L_{i22}}{n_{i2}S_{i2}} = \frac{(27+2,5+2)*1}{2000*0.195} = 0,081$$

$$T_{031} = \frac{L_{i31}}{n_{i3}S_{i3}} = \frac{(24+5+2)*1}{1600*0.39} = 0,05$$

$$T_{032} = \frac{L_{i32}}{n_{i3}S_{i3}} = \frac{(24+3+2)*1}{2000*0.195} = 0,074$$

$$T_{042} = \frac{L_{i42}}{n_{i4}S_{i4}} = \frac{(11+3+2)*1}{2000*0.195} = 0,041$$

$$T_{051} = \frac{L_{i51}}{n_{i5}S_{i5}} = \frac{(8+4+2)*2}{1250*0.39} = 0,057$$

$$T_{052} = \frac{L_{i52}}{n_{i5}S_{i5}} = \frac{(8+3+2)*1}{2000*0.195} = 0,033$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № доп.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ док.им.	Подп.	Дата	Лист

Копировал

Формат А4

6.2. Расчет штучного времени

Штучное время, затрачиваемое на данную операцию:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{обс} + T_{пер}$$

где $T_{всп}$ - вспомогательное время, мин.:

- время на установку и снятие детали 1,1 мин;
- время на рабочий ход принимаем 0,5 мин;
- время на измерение детали принимаем 0,16 мин;

$$T_{всп} = 1,1 + 0,5 + 0,16 = 1,76 \text{ мин.}$$

Оперативное время

$$T_{оп} = T_o + T_{всп} = (0,113 + 0,109 + 0,067 + 0,081 + 0,05 + 0,074 + 0,041 + 0,057 + 0,033) + 1,1 + 0,5 + 0,16 = 0,625 + 1,76 = 2,385 \text{ мин.}$$

Время обслуживания рабочего места $T_{обс} = (3-8 \%) \cdot T_{оп}$; время перерывов в работе $T_{пер} = (4-9 \%) \cdot T_{оп}$.

$$T_{шт} = 0,625 + 1,76 + 0,05 \cdot 2,385 + 0,05 \cdot 2,385 = 2,624 \text{ мин.}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Лист
					10

Копировал

Формат А4

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ВОПРОСОВ

3.1 Общая характеристика металлов, методы испытания.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на статистические методы испытаний металлов.

3.2 Факторы, влияющие на пластическую деформацию.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на влияние химического состава, скорости деформации, температуры.

3.3 Состав и маркировка железоуглеродистых сплавов.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на маркировку сталей обыкновенного качества, конструкционных, инструментальных, а также серых чугунов ковких, литейных и высокопрочных..

3.4 Доменное производство чугунов, производство стали.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на материалы используемые в производстве.

3.5 Диффузионный и бездиффузионный распад аустенита, бейнитное превращение

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на диффузионный и бездиффузионный распад аустенита, бейнитное превращение.

3.6 Технология закали углеродистой стали. Поверхностная закалка

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на бездиффузионный распад аустенита

3.7 Жаропрочные стали, антифрикционные сплавы, электротехнические материалы.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на жаропрочные стали, антифрикционные сплавы, электротехнические материалы.

3.8 Композиционные материалы. Пластмассы

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на материалы матриц и наполнителей. При изучении вопроса необходимо обратить внимание на фторопласты

3.9 Машинная формовка, литье в кокиль и центробежное литье

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на оборудование применяемое при литейном производстве.

3.10 Схемы напряженного состояния металла. Сверхпластичность.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на схемы О1 и О2. При изучении вопроса необходимо обратить внимание на исследования Бочвара А.А.

3.11 Основы прокатного производства

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на виды волковых станов.

3.12 Ковка: операции, оборудование.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на применяемое оборудование.

3.13 Плавление и кристаллизация металла при сварке. Сварка плазменная и взрывом.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на процессы формообразования металла шва. При изучении вопроса необходимо обратить внимание на особенности этих сварок и область применения.

3.14 Термообработка сварных соединений.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на термообработку чугунных заготовок.

3.15 Ультразвуковая сварка. 19 Лазерная сварка

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности. При изучении вопроса необходимо обратить внимание на область применения.

3.16 Наплавка и пайка. Сварка чугуна.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на способы наплавки. При изучении вопроса необходимо обратить внимание на образование холодных трещин.

3.17 Физические основы процесса резания металлов. Качество обработанной поверхности.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на процессы возникающие при резании. При изучении вопроса необходимо обратить внимание на шероховатость

3.18 Обрабатываемость металлов резанием. Обработка деталей из закаленной стали и деталей, восстановленных автоматической наплавкой.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на обработку высоколегированных сталей. При изучении вопроса необходимо обратить внимание на последующую термообработку.

3.19 Классификация металлорежущих станков. Условные обозначения и схемы коробок скоростей.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на маркировку иностранных фирм. При изучении вопроса необходимо обратить внимание на механизмы реверсирования

3.20 Назначение режимов резания Производительность работы на металлорежущих станках и пути ее повышения

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на зависимость стойкости резца от скорости резания. При изучении вопроса необходимо обратить внимание на современные твердосплавные режущие инструменты.

3.21 Ультразвуковая обработка. Анодно-механическая обработка. Токарные станки с числовым программным управлением.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на область применения. При изучении вопроса необходимо обратить внимание на область применения. При изучении вопроса необходимо обратить внимание на процесс программирования.