

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению лабораторных работ по дисциплине
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ»
для студентов направления подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

В методических указаниях, составленных в соответствии с требованиями ФГОС ВО, основное внимание уделено изучению современных технологических методов формообразования заготовок и деталей машин. Содержат методику выполнения работ. Предназначены для студентов по направлению подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль подготовки: "Технология машиностроения" Квалификация выпускника: Бакалавр

Составители:

канд. техн. наук, доцент Гончаров В.М.

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент К.В. Костенко

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Лабораторная работа 1. Определение твердости стали и сварных швов...	6
Лабораторная работа 2. Исследование характеристик электросварочных аппаратов.....	18
Лабораторная работа 3. Определение режимов и технологических коэффициентов при ручной электродуговой сварке.....	25
Лабораторная работа 4. Определение режимов и технологических коэффициентов при автоматической сварке под флюсом.....	30
Лабораторная работа 5. Полуавтоматическая сварка. Режимы, коэффициенты.....	41
Лабораторная работа 6. Сварка пластмасс.....	50
Лабораторная работа 7. Исследование линейных свойств и определение коэффициентов усадки.....	58
Лабораторная работа 8. Исследование влияния температуры нагрева металла на усилие деформации.....	68
Лабораторная работа 9. Проектирование технологии изготовления поковки.....	74
Лабораторная работа 10. Штамповка.....	84
Лабораторная работа 11. Изучение методов и режимов резания при обработке на токарном станке.....	92
Лабораторная работа 12. Изучение методов и режимов резания при обработке на сверлильном станке.....	103
Лабораторная работа 13. Изучение методов и режимов резания при обработке на фрезерном станке.....	111
Лабораторная работа 14. Изучение методов и режимов резания при обработке на шлифовальном станке.....	120

Введение

Главными задачами промышленности на современном этапе являются более полное удовлетворение потребностей современного общества высококачественной продукцией, обеспечение технического перевооружения интенсификации производства во всех отраслях.

Поставленные задачи должны решать высококвалифицированные инженерные кадры машиностроителей, в деятельности которых применение на практике технологических наук имеет очень большое значение. Создавая конструкции машин и приборов, инженер должен обеспечивать определенные их эксплуатационные технические характеристики и надежность работы, учитывать особенности технологических методов обработки и сборки, а также экономическую целесообразность изготовления конструкций.

Подробно рассмотрен порядок выполнения каждого занятия, для закрепления материала приводятся контрольные вопросы. Полученные студентами знания и навыки в дальнейшем позволят принимать более эффективные решения при инструментальном обеспечении механосборочного производства.

Выполнение практических занятий необходимо для освоения профессиональных компетенций:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ОПК-1. Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов	ИД-1 _{ОПК-1} Выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий	Выбирать современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий

машиностроении	ИД-2 _{ОПК-1} Разрабатывает технологическую схему, обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	Разрабатывать технологическую схему, обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов
ОПК-5. Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	ИД-1 _{ОПК-5} Понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки	Понимать основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки
	ИД-2 _{ОПК-5} Оценивает состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей	Оценивать состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей
ОПК-9. Способен участвовать в разработке проектов изделий машиностроения	ИД-1 _{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств	Анализировать методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств
	ИД-2 _{ОПК-9} Участвует в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств	Участвовать в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств

Лабораторная работа 1

Определение твердости стали и сварных швов

Цель работы

Ознакомиться с устройством приборов Бринелля и Роквелла и овладеть методикой определения твердости металлов; определить влияние содержания углерода на твердость отожженной и закаленной углеродистой стали.

Формируемые компетенции

ИД-1_{ОПК-1} Выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий;

ИД-2_{ОПК-1} Разрабатывает технологическую схему обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов.

ИД-1_{ОПК-5} Понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки;

ИД-2_{ОПК-5} Оценивает состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей;

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств;

ИД-2_{ОПК-9} Участвует в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

Теоретическое обоснование

Твердостью называется свойство металла оказывать сопротивление проникновению в него другого более твердого тела, не получающего при этом остаточной деформации. Твердость металлов чаще определяют одним из двух методов: методом Бринелля (ГОСТ 9012-59) или методом Роквелла (ГОСТ

9013-59). Эти методы отличаются простотой, возможностью применять их на готовом изделии без его разрушения.

Метод Бринелля основан на том, что в металл под нагрузкой вдавливают закаленный стальной шарик определенного диаметра D , мм (рисунок 1) по величине диаметра шарового отпечатка d (глубине h) судят о его твердости.

Твердость по Бринеллю (HB) определяется из выражения:

$$HB = \frac{P}{F}, \quad (1)$$

где P – нагрузка, кН (кГ, МПа);

F – площадь поверхности шарового отпечатка, мм².

Выразив площадь поверхности отпечатка через диаметр шарика и диаметр отпечатка, получаем формулу:

$$HB = \frac{2P}{\pi d \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)}. \quad (2)$$

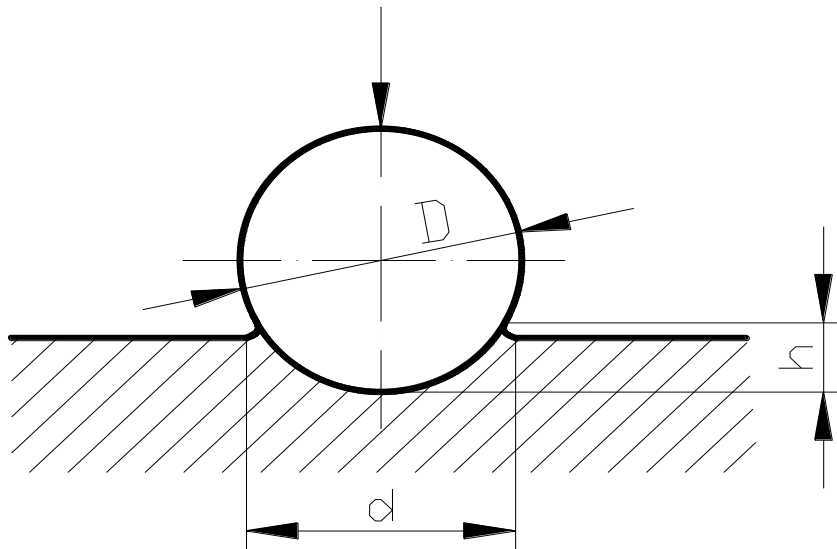


Рисунок 1. Схема измерения твердости по Бринеллю

Нагрузка P , диаметр шарика D и продолжительность выдержки шарика под нагрузкой выбираются по таблице 1.

Таблица 1. Зависимость диаметра шарика и нагрузки от твердости и толщины испытываемого образца.

Материал	Твердость HB , МПа	Толщина образца, мм	Диаметр шарика D , мм	Нагрузка P , кГ	Выдержка, с
Черные металлы	1400 – 4500	Более 6	10	3000	10
		6 – 3	5	750	
		Менее 3	2,5	187,5	
	Менее 1400	Более 6	10	1000	10
		6 – 3	5	250	
		Менее 3	2,5	62,5	
Цветные металлы	350 – 1300	Более 6	10	1000	30
		6 – 3	5	250	
		Менее 3	2,5	62,5	
	80 – 350	Более 6	10	250	60
		6 – 3	5	62,5	
		Менее 3	2,5	15,6	

Оборудование и материалы

На рисунке 2 приведена схема рычажного прибора Бринелля (тип ТШ). Прибор имеет станину 1. Испытуемый образец устанавливают на предметный столик 4, вращая маховик 3 винтом 2, поднимают образец до соприкосновения его с шариком 5 и далее до полного сжатия пружины 6.

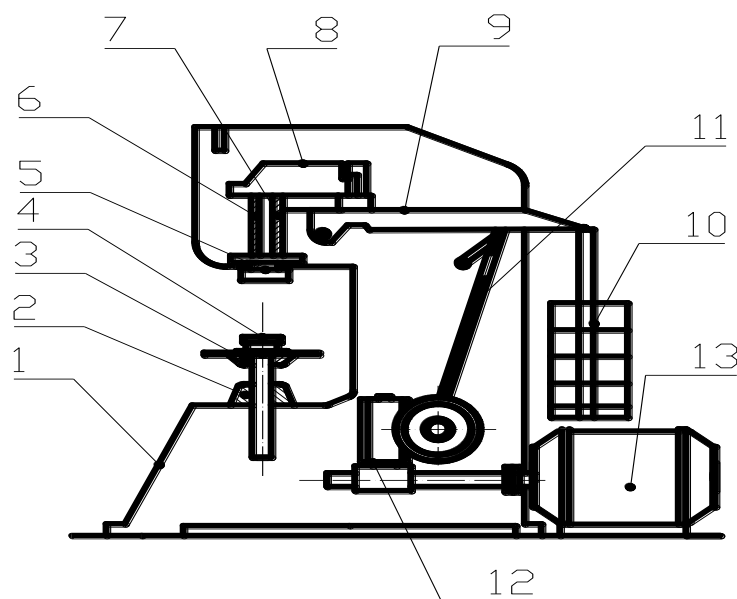


Рисунок 2. Схема прибора Бринелля

Пружина создает предварительную нагрузку на шарик, равную 0,1 кН (10 кГ), что обеспечивает устойчивое положение образца во время нагружения. После этого включают электродвигатель 13 и через червячную передачу редуктора, шатун 11 и систему рычагов 8, 9 с грузами 10 создают заданную полную нагрузку на шарик.

На испытуемом образце получается шаровой отпечаток. После разгрузки прибора образец снимают и определяют диаметр отпечатка специальной лупой.

За расчетный диаметр отпечатка принимают среднее арифметическое значение измерений в двух взаимно перпендикулярных направлениях. По диаметру отпечатка в таблице 1 при шарике диаметром 10 мм и нагрузкой 30 кН (3000 кГ) находят соответствующее число твердости НВ и записывают, например НВ 302. Твердость, измеренная по методу Бринелля для ряда металлов, связана эмпирической зависимостью с пределом их прочности при растяжении σ_B . Для кованой и катаной углеродистой стали $\sigma_B = (0,33 - 0,35) \text{ НВ}$, для стального литья $\sigma_B = (0,3 - 0,4) \text{ НВ}$.

К недостаткам метода Бринелля необходимо отнести невозможность испытания металлов, имеющих твердость более НВ 450, или толщину менее 2 мм, остаточные следы деформации на поверхности изделия. При испытании металлов с твердостью НВ 450 возможна деформация шарика, вследствие чего результаты будут неточными.

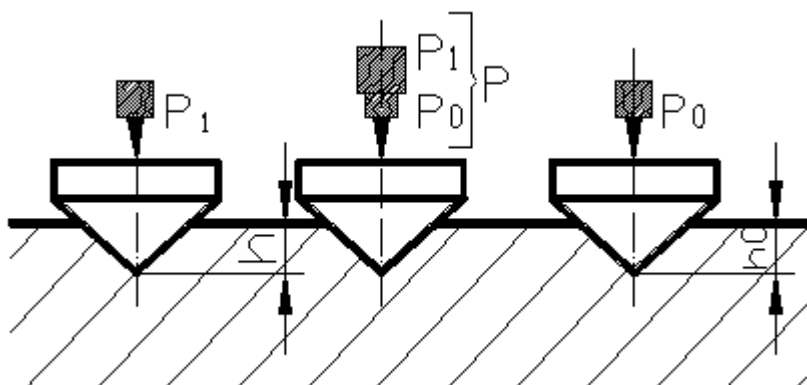


Рисунок 3. Схема измерения твердости по Роквеллу

Метод Роквелла основан на том, что в испытуемый образец вдавливаются алмазный конус с углом при вершине 120^0 или реже закаленный стальной шарик диаметром 1,59 мм. Алмазный конус используют для твердых металлов, а шарик – для мягких. Алмазный конус или шарик (рисунок 3) вдавливают в испытуемый образец под действием двух последовательно прикладываемых нагрузок – предварительной P_0 , равной 0,1 кН (10 кГ), и основной P_1 . При вдавливании алмаза к нему прилагается общая нагрузка P , равная 0,6 кН (60 кГ) или 1,5 кН (150 кГ), а при вдавливании шарика – 1 кН (100 кГ). Соответственно этим нагрузкам на индикаторе прибора имеются шкалы: черная А и С, и красная В. Шкалой А пользуются при измерении твердости изделий с очень твердым поверхностным слоем, полученным посредством химико-термической обработки (цементация, азотирование и др.), а также твердых сплавов с твердостью до HRA85. Шкала С используется при измерении твердости закаленных сталей, обладающих твердостью до HRC67. Шкалой В пользуются при измерении твердости незакаленных сталей, цветных металлов и сплавов, имеющих твердость до HRB100. Числа твердости по Роквеллу HR измеряются в условных единицах и определяются по формулам

$$HRC = 100 - \frac{h - h_2}{0,002}, \quad (3)$$

при вдавливании алмазного конуса,

$$HRB = 130 - \frac{h - h_2}{0,002}, \quad (4)$$

при вдавливании шарика,

где 100 – число черных делений шкалы С циферблата индикатора прибора;

130 – число красных делений шкалы В;

h_0 – глубина внедрения алмаза (шарика), мм под действием предварительной нагрузки;

h – глубина внедрения алмаза (шарика), мм под действием общей нагрузки, замеренной после ее снятия, с оставлением предварительной нагрузки;

0,002 – глубина внедрения алмаза (шарика), мм соответствующая перемещению стрелки индикатора на одно деление.

Таблица 2. Соотношение чисел твердости по Бринеллю и Роквеллу

Твердость			Твердость				Твердость		
По Роквеллу	По Бринеллю		По Роквеллу		По Бринеллю		По Роквеллу	По Бринеллю	
Шкала	$D=10$ мм; $P=3000$ кГ		Шкалы		$D=10$ мм; $P=3000$ кГ		Шкала	$D=10$ мм; $P=3000$ кГ	
С			С	В			В		
<i>HRC</i>	Диаметр отпечатка, мм	НВ кГ/мм ²	<i>HRC</i>	<i>HRB</i>	Диаметр отпечатка, мм	НВ кГ/мм ²	<i>HRB</i>	Диаметр отпечатка, мм	НВ кГ/мм ²
72	2,20	780	33		3,40	321	86	4,60	170
70	2,25	745	32		3,45	311	85	4,65	167
68	2,30	712	31		3,50	302	84	4,70	163
66	2,35	682	30		3,55	293	83	4,75	159
64	2,40	653	29		3,60	285	82	4,80	158
62	2,45	627	28		3,65	277	81	4,85	152
60	2,50	601	27		3,70	269	80	4,90	149
58	2,55	578	26		3,75	262	78	4,95	146
56	2,60	555	25		3,80	255	77	5,00	143
55	2,65	534	24		3,85	248	76	5,05	140
52	2,70	514	23	102	3,90	241	75	5,10	137
50	2,75	495	21	101	3,95	235	73	5,15	134
49	2,80	477	20	100	4,00	229	72	5,20	131
48	2,85	461	19	99	4,05	223	71	5,25	128
46	2,90	444	17	98	4,10	217	70	5,30	126
45	2,95	429	15	97	4,15	212	69	5,35	123
43	3,00	415	14	95	4,20	207	68	5,40	121
42	3,05	401	13	94	4,25	201	67	5,45	118
41	3,10	388	12	93	4,30	197	65	5,50	116
40	3,15	375	11	92	4,35	192	64	5,55	114
39	3,20	363	9	91	4,40	187	63	5,60	111
38	3,25	352	8	90	4,45	183	61	5,65	109
36	3,30	341	7	88	4,50	179	59	5,70	107
35	3,35	331	6	87	4,55	174	58	5,75	105

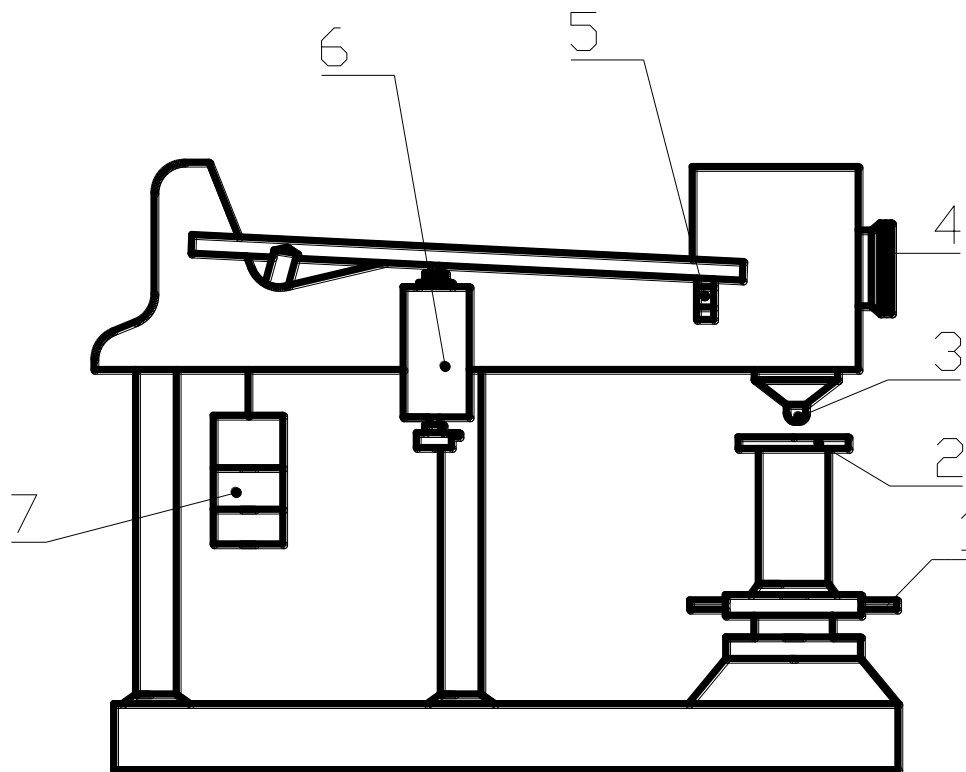


Рисунок 4. Схема прибора Роквелла

Чтобы получить у мягкого металла на приборе малую твердость, а у твердого металла – высокую твердость, полученное число делений $\left(\frac{h - h_0}{0,002} \right)$ вычитается из общего числа делений 100 для шкалы С или из 130 для шкалы В. На рисунке 4 дана схема рычажного прибора Роквелла (тип ТК). Хорошо зачищенный испытуемый образец устанавливают на предметный столик 2. Затем вращением штурвала 1 по часовой стрелке поднимают образец до соприкосновения с алмазом или шариком 3. при дальнейшем вращении штурвала начинают перемещаться малая и большая стрелка циферблата индикатора 4 и создается предварительная нагрузка, равная 0,1кН (10кГ), препятствующая смещению образца во время испытания. Когда малая стрелка совместится с красной точкой, нанесенной на циферблат, вращение штурвала следует прекратить. После этого циферблат индикатора поворачивают так, чтобы нулевое деление черной шкалы С стало против конца большей стрелки и

соответственно против 30 деления красной шкалы В. Красная шкала В смещена относительно нулевого деления черной шкалы С на 30 делений, так как при испытании шариком большая стрелка может поворачиваться более чем на 100 делений. Поворотом рукоятки 5, расположенной с правой стороны прибора, в направлении от себя или включением электрического привода посредством грузов 7 создают основную нагрузку P_1 на алмаз (шарик). Благодаря масляному демпферу 6 грузы плавно опускаются, алмаз (шарик) вдавливается в металл, а большая стрелка циферблата поворачивается влево, в сторону уменьшения числовых значений твердости, т. е. происходит то вычитание, о котором было сказано выше. После остановки большой стрелки через 1 – 3 с. поворотом рукоятки 5 в направлении на себя, а у электрического прибора автоматически снимаются основная нагрузка. При этом большая стрелка поворачивается в обратном направлении и останавливается против деления, показывающего значение твердости испытуемого металла.

За число твердости принимаются среднее арифметическое значение, полученное при трех испытаниях. Число твердости по Роквеллу можно перевести на число твердости по Бриннелю (см. таблицу 2).

Метод Роквелла отличается простотой и высокой производительностью, обеспечивает сохранение качественной поверхности после испытания, позволяет испытывать металлы и сплавы, как низкой, так и высокой твердости, при толщине изделия (слоя) до 0,8 мм. Этот метод не рекомендуется применять для сплавов с неоднородной структурой (чугуны серые, ковкие и высокопрочные).

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в Приложении 1. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

Указания по порядку выполнения работы

1. Ознакомиться с устройством приборов Бриннеля и Роквелла и методикой измерения твердости.
2. Измерить твердость отожженных сталей марок 10, 20, 30, 40, 60 и У8, У12 на приборе Бриннеля со стальным шариком диаметром 10 мм при нагрузке 30 кН (3000 кГ).
3. Измерить твердость отожженных сталей марок 30, 60 и У8 на приборе Роквелла со стальным шариком диаметром 1,5мм при нагрузке 1 кН (100 кГ) и с алмазным конусом по шкале «С» с нагрузкой 150 кГ (все стали).
4. Результаты измерений твердости сталей внести в протокол испытаний;
5. Построить график зависимости твердости сталей от содержания в ней углерода.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Понятие о твердости.
3. Области применения приборов, преимущества и недостатки определения твердости по Бринеллю и по Роквеллу.
4. Схему прибора для определения твердости.
5. Протокол результатов испытаний.
6. График зависимости твердости от содержания углерода в стали.
7. В выводах указать факторы, влияющие на твердость стали, объяснить полученный график.

Влияние содержания углерода и построение графика зависимости (ОБРАЗЕЦ)

Таблица 3. Влияние содержание углерода

Марка стали	Содержание углерода, %	Диаметр отпечатка, мм	<i>HB</i> , МПа	<i>HRC</i> , ед
10	0,10	5,7	1070	7
20	0,20	5,3	1260	17
30	0,30	4,9	1490	27
40	0,40	4,5	1790	36

60	0,60	4,2	2070	42
У8	0,8	4,0	2290	49
У12	1,2	3,9	2410	52

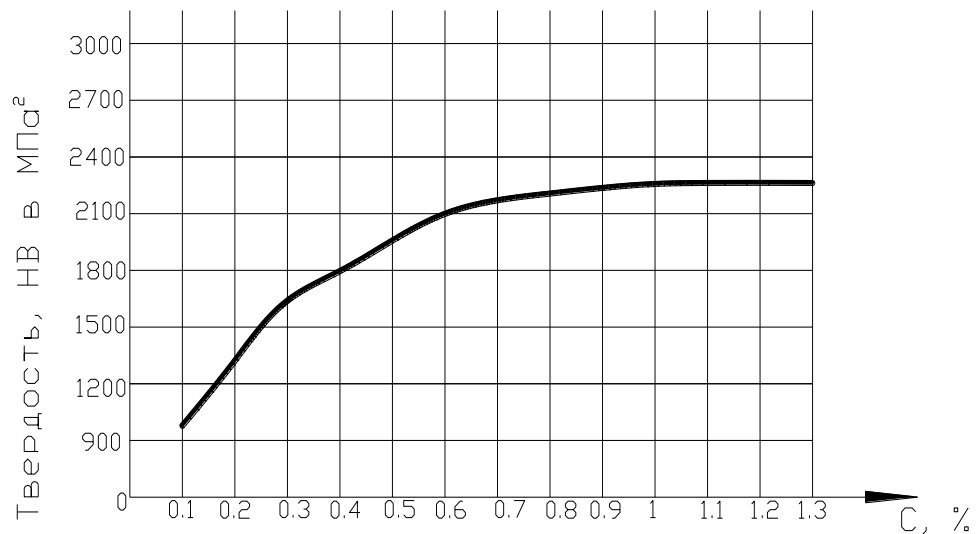


Рисунок 5. Влияние содержания углерода на твердость стали

Выводы. С увеличением содержания углерода твердость стали увеличивается.

Контрольные вопросы

1. Схема и управление прибором Бринелля.
2. Инденторы для измерения твердости.
3. Что называют твердостью?
4. Какие размеры шариков применяются при методе Бринелля?
5. Какая нагрузка на приборе Бринелля для замера различной твердости?
6. Формулы для определения твердости по Бринеллю.
7. Зависимость диаметра шарика и нагрузки от твердости.
8. С какой целью выполняется предварительная нагрузка?
9. Как определяется величина твердости по Бринеллю?
10. Недостатки метода Бринелля.
11. Какой индентор (инструмент) применяется при методе Бринелля?

12. Как определяется твердость на приборе Бринелля?
13. В каких случаях применяется определение твердости по шкалам С, А, и В?
14. Формула определения твердости по Роквеллу.
15. Какой индентор (инструмент) применяют при определении твердости на Роквелле при определении твердости твердых и мягких материй?
16. В каких единицах измеряют твердость по Бринеллю и Роквеллу?
17. Как осуществляется перевод чисел по Роквеллу в показания по Бринеллю?
18. Как маркируются приборы Бринелля и Роквелла?
19. Сколько замеров требуется для среднего показателя твердости?
20. Для каких методов не рекомендуется метод Роквелла?
21. Область применения приборов Бринелля и Роквелла?
22. Как выглядит график зависимости твердости от содержания углерода в стали и от термической обработки?
23. Факторы, влияющие на твердость стали.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69
2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-

270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34

2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Лабораторная работа 2

Исследование характеристик электросварочных аппаратов

Цель работы

Изучить оборудование и исследовать характеристики электрической дуги и электросварочных аппаратов. Научить элементарным навыкам настройки и регулировки электросварочного оборудования на оптимальный режим по качеству сварного шва. Изучить вольт-амперную характеристику источника сварочного тока и электрической дуги.

Формируемые компетенции

ИД-1_{ОПК-1} Выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий;

ИД-2_{ОПК-1} Разрабатывает технологическую схему обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов.

ИД-1_{ОПК-5} Понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки;

ИД-2_{ОПК-5} Оценивает состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей;

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств;

ИД-2_{ОПК-9} Участвует в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

Теоретическое обоснование

При электродуговой сварке энергия, расходуемая на нагрев и плавление металла, выделяется дуговым разрядом.

Процесс образования сварного соединения при дуговой сварке разделяется на этапы: зажигание дуги, поддержание дугового разряда, плавление металла и перемещение дуги вдоль свариваемых кромок, прекращение сварки и кристаллизация – затвердевание шва.

Устойчивость дуги и режима сварки зависят от условий существования дугового разряда и свойств, параметров источников питания и электрической цепи.

Все источники сварочного тока должны обеспечивать возможность кратковременного замыкания, надежности зажигания и горения дуги, возможность регулирования сварочного тока.

При сварке постоянным током электрическая дуга питается от генератора или выпрямителя, а при переменном токе от сварочных трансформаторов.

Для ручной электродуговой сварки применяются сварочные преобразователи типа ПСО-300, ПСО-500, мощностью 28 кВт, величиной тока соответственно 300, 500 А, рабочее напряжение до 40 В.

Сварочные трансформаторы типа СТН-300, ТД-300 (500, 1000, 2000 А) и более современные ТД-303, ТД-504, ТСП-1, ТСП-2 и выпрямители типа ВС-600, ВСС-600.

Генераторы – сварочные преобразователи, имеют две обмотки: намагничивающую (возбуждения) и размагничивающую, включенную в сварочную цепь. При сварке размагничивающая обмотка создает магнитный поток, обратный потоку, создаваемому намагничивающей обмоткой, и потому результирующий поток уменьшается, уменьшается и напряжение на зажимах генератора. Силу сварочного тока регулируют реостатом магнитного тока в генераторе приводит к увеличению силы сварочного тока.

Трансформаторы имеют первичную и вторичную обмотки. Первичная обмотка включена в силовую сеть, а вторичная в сварочную цепь. Силу сварочного тока регулируют изменением величины магнитного потока, который, в свою очередь, меняется за счет изменения расстояния между катушками с обмотками или за счет увеличения или уменьшения расстояния

между коромыслом и основным магнитопроводом дросселя. При сближении обмоток сила сварочного тока увеличивается. При увеличении зазора в дросселе индуктивное сопротивление увеличивается и соответственно уменьшается ток в сварочной цепи. Принципиально электрические схемы источников тока и их работу и регулировку можно изучить по плакатам и литературе, рекомендуемой в конце данного сборника.

Требования к источникам тока. Источник сварочного тока должен обеспечить напряжение холостого хода в 2–3 раза больше, чем рабочее напряжение, т.е. 40–60 В при сварке постоянным током металлическим электродом и угольным 50–60 В, а при сварке переменным током неметаллическим электродом 50–70 В. Ток короткого замыкания должен быть не более чем удвоенное значение сварочного тока. Источник сварочного тока должен обладать крутопадающей внешней (вольт-амперной) характеристикой, которая необходима для возбуждения и устойчивого горения дуги, ограничение тока короткого замыкания, равномерной сварки при различных колебаниях режима и регулирования (рисунок 1.1, 1.2, 1.3).

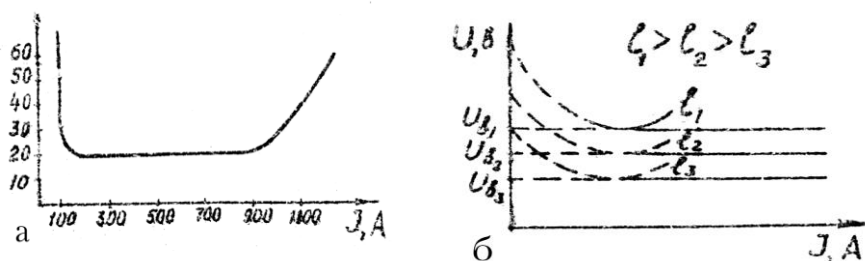


Рисунок 1. Электрические свойства дуги:

а – статическая вольт-амперная характеристика дуги

б – зависимость напряжения дуги от ее длины

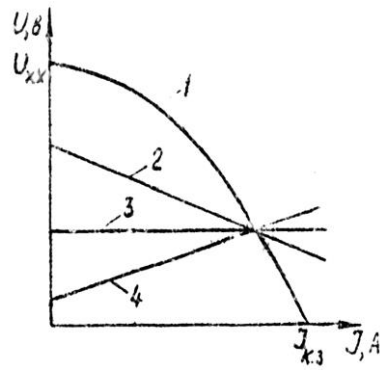


Рисунок 2. Типовые внешние характеристики источников сварочного тока:

1 – падающая; 2 – пологопадающая; 3 – жесткая; 4 – возрастающая

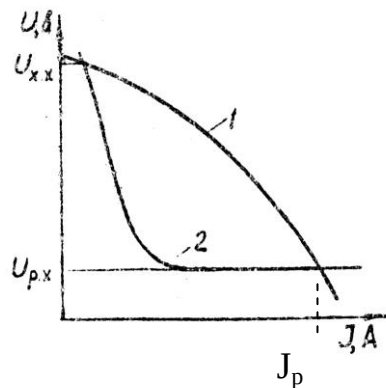


Рисунок 3. Соотношение внешней характеристики источника сварочного тока и электрической дуги: 1 – падающая характеристика источника сварочного тока; 2 – характеристика дуги

Оборудование и материалы

1. Электрод.
2. Источник типа: генератор, трансформатор.
3. Электрододержатель.
4. Вольтметр, амперметр с трансформатором тока.

При сварке постоянным током электрическая дуга питается от генератора или выпрямителя, а при переменном токе от сварочных трансформаторов.

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в Приложении 1. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

Указания по порядку выполнения работы

1. Плотно замкнуть электрод на деталь (стол) и по показаниям амперметра записать значение тока;

2. Рабочий ток $I_{св}$ и U_0 определить по наплавке валика (шва) с постоянной длиной дуги и записать их среднее значение. Постоянство длины дуги обеспечить касанием покрытия электрода на образец;

3. По показаниям вольтметра определить напряжение холостого хода при незамкнутой цепи;

4. Определить промежуточные показания вольтметра для построения внешней характеристики источника тока, для чего необходимо изменять (визуально) длину дуги l_0 примерно в таких пределах 2–6 мм, фиксируя в каждом опыте (для каждой длины дуги) значения – $I_{св}$, U_0 ;

5. Построить по этим данным вольт-амперную характеристику источника тока в координатах: напряжение – сила тока.

Для получения промежуточных точек вольт-амперной характеристики дуги необходимо изменить силу сварочного тока поворотом ручки дросселя, увеличивая или уменьшая противодействующий магнитный поток и записать соответственно U_1I_1 ; U_2I_2 ; U_3I_3 ; U_4I_4 ; U_5I_5 и т. д.

Примечание. В случае включения амперметра через трансформатор тока, показания амперметра умножить на коэффициент трансформации.

6. Определить коэффициент добротности источника тока. Коэффициент D должен быть больше 1,0, но меньше 2,0.

$$D = \frac{I_{к.з.}}{I_{св}} \cdot \quad (1)$$

Содержание отчета

1. Цель работы, краткое описание теории и оборудования.
2. Данные опытов по определению напряжения, силы тока и длины дуги на разных режимах.
3. Построить графики вольт-амперной характеристики источника тока и дуги, и рассчитать коэффициент добротности;
4. Выводы с заключением о правильности настройки источника питания.

Контрольные вопросы

1. На что расходуется электроэнергия при электродуговой сварке?
Примерное соотношение.
2. Этапы процесса образования сварного шва.
3. От чего зависят устойчивость дуги и режим сварки?
4. Оборудование сварочного поста.
5. Краткая характеристика источника постоянного тока.
6. Марки (и расшифровка) сварочных генераторов и выпрямителей.
7. Краткая характеристика источника переменного тока.
8. Марки (и расшифровки) трансформаторов.
9. Как зависят направление дуги, увеличение противодействующего магнитного потока?
10. Как влияет на силу тока увеличение противодействующего магнитного потока?
11. Почему необходимо ограничение тока короткого замыкания?
12. Чему должен равняться ток короткого замыкания?
13. Что характеризует коэффициент добротности?
14. Чему равен коэффициент добротности источника тока?
15. Регулировку каких параметров должен обеспечить источник сварочного тока?

16. Для чего источник сварочного тока должен обладать крутопадающей характеристикой?
17. С помощью каких приборов контролируются параметры режима работы источников сварочного тока?
18. Укажите на графике внешней характеристики источника тока напряжение холостого и рабочего хода.
19. Как определить напряжение короткого замыкания?
20. Как определить рабочий ток и напряжение?
21. Как строится статическая характеристика дуги?
22. Как строится график внешней характеристики источника тока?
23. Что должно входить в содержание отчета по этой работе?
24. Почему напряжение холостого хода источника сварочного тока должно быть в 2 – 3 раза выше, чем рабочее?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69
2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г.

Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34

2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Лабораторная работа 3

Определение режимов и технологических коэффициентов при ручной электродуговой сварке

Цель работы

Приобрести практические навыки ручной электродуговой сварки и научиться вести расчет режимов и технологических коэффициентов.

Формируемые компетенции

ИД-1_{ОПК-1} Выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий;

ИД-2_{ОПК-1} Разрабатывает технологическую схему обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов.

ИД-1_{ОПК-5} Понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки;

ИД-2_{ОПК-5} Оценивает состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей;

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств;

ИД-2_{ОПК-9} Участвует в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

Теоретическое обоснование

Технологические коэффициенты при электродуговой сварке характеризуют экономическую эффективность сварки и правильность режима сварки. К технологическим коэффициентам относятся: K_n – коэффициент наплавки; K_p – коэффициент расплавления; K_n – коэффициент потерь. Коэффициенты K_n , K_p , K_n рассчитывают по формулам и по данным опыта.

Коэффициент наплавки характеризует технологическое качество применяемых электродов и определяется по формуле:

$$K_H = \frac{G_p}{I_{св} \cdot t} \text{ г/А} \cdot \text{ч}, \quad (1)$$

где G_p – количество расплавленного металла, г.

Коэффициент K_p не должен значительно превышать коэффициент K_n , т. к. это будет указывать на нерационально выбранный электрический режим сварки. Чем больше разница между K_p и K_n , тем больше потери металла. Считается нормальным, если $K_p = (1,2-1,3)K_n$.

Коэффициент потерь рассчитывают по формуле:

$$K_{\Pi} = \frac{G_p - G_n}{G_p} \cdot 100 \% . \quad (2)$$

Оборудование и материалы

1. Сварочный пост с источником постоянного и переменного тока типа ПСС-300, СТШ-300.
2. Амперметр.
3. Вольтметр.
4. Весы с разновесами.
5. Пластина $100 \times 200 \times 10$ из низкоуглеродистой стали.
5. Электрод типа Э42-Р, Э46-Т, марки АНО-3, УОНИ 13/35 и др.

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в Приложении 1. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

Указания по порядку выполнения работы

1. Рассчитать для заданной марки стали оптимальный режим сварки ($I_{св}$, $d_{э}$, $U_{св}$, $V_{св}$, $l_{д}$) на переменном и постоянном токе.
2. Рассчитать расход электроэнергии (P).

3. Взвесить электрод и пластину на весах с точностью до ∓ 1 г.
4. Настроить аппаратуру на необходимый режим.
5. Наплавить валик (шов) на пластину (за один проход расплавить не менее $\frac{3}{4}$ длины электрода).
6. Записать значение тока и времени сварки.
7. Взвесить последовательно на весах остаток электрода и пластину с наплавленным валиком.
8. Рассчитать количество наплавленного и расплавленного металла.
9. Определить технологические коэффициенты K_n , K_p , K_n .
10. Проверить правильность выбора режима сварки.

Содержание отчета

1. Цель и краткое содержание теории.
2. Расчет оптимального режима сварки на переменном и постоянном токе.
3. Расчет технологических коэффициентов.
4. Протокол опытных данных.
5. Выводы с оценкой правильности выбранного режима сварки и настройки аппаратуры.

Контрольные вопросы

1. Из каких параметров складывается режим сварки?
2. Чему равен диаметр электрода?
3. Определить силы сварочного тока.
4. Как увеличивается сила тока в зависимости от теплопроводности материалов?
5. Одинакова ли сила сварочного тока на постоянном и переменном токе при сварке изделий одного состава, размера, формы?
6. Почему при сварке на переменном токе сила сварочного тока должна быть больше, чем при сварке на постоянном токе?
7. Как устанавливается окончательная сила сварочного тока?
8. Чему равно напряжение дуги?

9. Формула Хренова К.К. для определения силы сварочного тока.
10. Чему равна длина дуги?
11. Как определяется скорость сварки?
12. Как определяется количество наплавленного металла?
13. Как определяется расход электроэнергии при сварке?
14. Чему равен коэффициент полезного действия трансформатора и генератора?
15. Чему равна мощность холостого хода трансформатора и генератора?
16. Сколько электроэнергии расходуется на 1 кг наплавленного металла при ручной электродуговой сварке на переменном и постоянном токе?
17. Что характеризуют технологические коэффициенты при электродуговой сварке?
18. Какие коэффициенты относятся к технологическим?
19. Как определяется коэффициент наплавки?
20. Чему обычно равен коэффициент наплавки?
21. Как определяется коэффициент расплавления, что он учитывает?
22. Чему обычно равен коэффициент расплавления?
23. Как определяется коэффициент потерь?
24. Чему равен расход электрода при опытной наплавке валика в этой работе?
25. Какое сварочное оборудование применяется при ручной электродуговой сварке? Краткая характеристика. Применение.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А.

В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69

2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34

2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Лабораторная работа 4

Определение режимов и технологических коэффициентов при автоматической сварке под флюсом

Цель работы

Установить влияние основных параметров режима автоматической сварки на коэффициент наплавки α_f , производительность G_n , удельный расход флюса μ и размеры отдельных элементов шва (b , c , h), доли основного металла в металле шва $G_{ом}$ и погонную энергию g_n , а также влияние основных параметров режима на размеры и качество шва.

Формируемые компетенции

ИД-1_{ОПК-1} Выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий;

ИД-2_{ОПК-1} Разрабатывает технологическую схему обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов.

ИД-1_{ОПК-5} Понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки;

ИД-2_{ОПК-5} Оценивает состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей;

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств;

ИД-2_{ОПК-9} Участвует в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

Теоретическое обоснование

При автоматической сварке под флюсом сварочная дуга горит в слое сыпучего вещества толщиной 20 – 80 мм. В зоне горения дуги под действием высокой температуры выделяется большое количество газов и паров, которые образуют своеобразный пузырь, эта оболочка служит основной защитой жидкого металла и дуги от окружающей среды, кроме того из флюса можно подать практически любые легирующие элементы в жидкий металл, а также очистить его от шлаковых и других включений.

Режим. Понятие «режим электродуговой сварки» включает в себя силу сварочного тока, рабочее напряжение на дуге, угол наклона электрода, схема движения электрода, и т. д.

Сила тока. Сила сварочного тока может быть предварительно определена по формуле:

$$I_{св} = \frac{h_{np} \cdot 100}{1,1}, \text{ А}, \quad (1)$$

или
$$I_{св} = k \cdot d_{э}, \quad (2)$$

где
$$k = 1,1 \frac{\text{мм}}{100}, \text{ А},$$

тогда
$$I_{св} = 110 \cdot d_{э} + 10 \cdot d_{э}^2, \text{ А}. \quad (3)$$

Доля основного металла в металле шва

Определение доли основного металла G_m в металле шва через площадь сечения наплавленного валика:

$$F_n = 0,75 \cdot b \cdot c, \text{ мм}^2 \quad (4)$$

и площадь сечения проплавленного металла, которая приближенно может быть подсчитана по формуле:

$$F_{np} = 0,75 \cdot b \cdot h, \text{ мм}^2.$$

Тогда
$$G_{ом} = \frac{F_{np}}{F_{np} + F_n}. \quad (5)$$

Определение погонной энергии

Погонная энергия – это отношение эффективной тепловой мощности дуги, расходуемой на нагрев изделия, к скорости перемещения дуги, определяет количество тепла, введенное дугой в 1 см однопроводного шва или валика:

$$q_n = \frac{Q_{эф}}{V_d} = \frac{0,24 \cdot I_{св} \cdot U_d \cdot \eta \cdot F}{V_d} \approx 155 \cdot F, \quad (6)$$

где F – сечение шва или валика, мм^2 .

Таким образом, увеличение погонной энергии приводит к увеличению площади сечения шва (валика), т. е. повышает долю основного металла в металле шва из-за увеличения глубины проплавления, к изменению формы валика (увеличивается выпуклость и ширина валика вследствие увеличения скорости плавления электрода). Скорость перемещения дуги при однопроводной сварке равна скорости сварки.

Сварные швы, выполненные с помощью автомата, имеют три наиболее важных размера, влияющих на качество соединения: глубину провара h , выпуклость шва c . Величина их устанавливается по размерам шва, заданным в чертеже, затем по формуле определяется площадь сечения наплавленного валика F_n (рисунок 8.1).

Коэффициент формы провара

Отношение ширины шва к глубине провара называется коэффициентом формы провара и определяется по формуле:

$$\psi_{np} = \frac{b}{h} \approx 1,3 - 4,0. \quad (7)$$

Коэффициент формы валика

Отношение ширины шва к выпуклости валика называется коэффициентом формы валика:

$$\psi_v = \frac{b}{c} \approx 5 - 8. \quad (8)$$

Отдельные параметры режима автоматической сварки существенно могут изменять размеры элементов шва.

Влияние силы тока на эффективную мощность дуги

С увеличением силы сварочного тока возрастает эффективная мощность дуги, вследствие чего увеличивается количество расплавленного основного и электродного металла:

$$G_n = \gamma \cdot V \cdot l, \quad (9)$$

где γ – плотность металла, г/см³;

V – объем наплавленного валика, см³;

L – длина наплавленного валика, м.

Расход электрода

Расход электродного металла определяется по формуле:

$$G_{\text{э}} = G_n \cdot P, \quad (10)$$

где P – расходный коэффициент, учитывающий потери металла электрода, $P=1,7$.

Если значительно возрастает глубина провара, то выпуклость валика незначительно возрастает, а ширина валика $\Psi \delta$ и $\Psi \hat{a}$ увеличивается.

Влияние напряжения дуги

Повышение напряжения на дуге увеличивает её тепловую мощность. При этом увеличивается длина дуги и площадь её воздействия на изделие. В результате интенсивно увеличивается расход флюса. На провар особого влияния не наблюдается.

Влияние скорости перемещения дуги

Увеличение скорости перемещения дуги до 40 – 50 м/ч приводит к увеличению горизонтальной составляющей давления дуги на расплавленный металл сварочной ванны. Толщина слоя жидкого металла под дугой уменьшается, тепловое воздействие дуги на основной металл возрастает, глубина проплавления увеличивается, несмотря на уменьшение погонной энергии. При дальнейшем увеличении скорости перемещения дуги влияние

погонной энергии становится преобладающим, глубина провара уменьшается. Ширина валика и выпуклость при возрастании скорости перемещения дуги уменьшается. Скорость перемещения дуги $V_{n.d.}$ определяется по формуле:

$$V_{i.ä.} = \frac{\alpha_i \cdot I_{\hat{n}\hat{a}}}{F \cdot \gamma} \quad (11)$$

Влияние диаметра электрода и его вылета

Увеличение диаметра электрода вызывает уменьшение глубины провара и выпуклости валика, а ширина валика увеличивается. Коэффициенты $\Psi \delta, \Psi \hat{a}$ с уменьшением диаметра электрода резко уменьшаются. Увеличение вылета электрода l_e усиливает предварительный нагрев электрода теплом Джоуля-Ленца. Это вызывает возрастание коэффициента плавления и уменьшение глубины провара:

$$\alpha_{\vartheta} = \frac{G_{\vartheta} \cdot 3600}{I_{св} \cdot t} \quad (12)$$

Скорость подачи сварочной проволоки определяется по формуле:

$$V_{n.np} = \frac{4\alpha_n \cdot I_{св}}{\pi \cdot d_{\vartheta}^2 \cdot \gamma} \quad (13)$$

Расход флюса

Удельный расход флюса определяется по формуле:

$$\mu = \frac{G_{\varphi}}{G_n} \quad (14)$$

где G_{φ} – масса расплавленного флюса (шлаковой корки);

G_n – производительность сварки или масса наплавленного металла:

$$G_n = \alpha_n \cdot I_{св} \cdot t \quad (15)$$

Оборудование и материалы

1. Пластина из низкоуглеродистой (строительной) стали размеры $200 \times 100 \times 12$ – 8 шт.
2. Электродная проволока диаметром 3 – 4 мм.
3. Флюс ОСЦ-45 или АН-348 А.
4. Сварочный пост со сварочным автоматом с приборами.
5. Весы, секундомер.
6. Линейка, чертилка, штангенциркуль.
7. Струбцина специальная.
8. Пресс для излома проб.
9. Настольные тиски.
10. Бак с водой.
11. Приспособление для сборки и сварки тавра.

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в Приложении 1. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

Указания по порядку выполнения работы

Опыт первый. Установить влияние силы сварочного тока на форму и размеры валиков, коэффициент наплавки, расход флюса, производительность.

- Зачистить пластины. Собрать их встык и приварить по торцам.
- Разметить мелом на пластине положение валиков.
- Взвесить пробу с точностью до 2 граммов.
- Подготовить сварочный автомат к работе. Рассчитать $I_{св}$, U_d и время горения дуги.

- Охладить пробу в воде. Снять шлаковую корку, и взвесить пробу с точностью до 2 граммов. Замерить длину валика. Наплавить на пробу ещё два валика, увеличивая или уменьшая силу сварочного тока примерно на 100 А.

- Измерить (в ходе наплавки) основные параметры режима.

Опыт второй. Установить влияние напряжения дуги на форму и размеры валика, коэффициент наплавки, расход флюса, производительность.

- Подобрать режим с изменением напряжения для одного валика на 5 В больше, а другого – на 5 В меньше напряжения дуги, при котором производительность наплавки валиков первой пробы.

- Наплавить валики на пробу, выполнив предварительную подготовку.

Опыт третий. Установить влияние скорости перемещения дуги на форму и размеры валика, коэффициент наплавки, расход флюса и производительность, для чего наплавить на третью пробу два валика, увеличивая или уменьшая скорость сварки примерно на 10 м/ч (от первого и второго опыта), пользуясь зависимостью показания потенциометра от скорости сварки. Сломать все три пробы. Определить размеры валиков h , b , c и вычислить F_n и F_{np} . Определить $G_n, \alpha_l, \Psi_{i\delta}, \Psi_{\delta}, G_{\tilde{n}}, g_i, V_{\tilde{n}\delta}, \mu$.

Опыт четвертый. Установить влияние влаги, ржавчины и окалины на склонность шва к порообразованию.

- Собрать и прихватить тавровое соединение.

- Засыпать в «лодочку» ржавчину, окалину и влажный флюс отдельными участками длиной 50 мм с интервалом 10 мм.

- Произвести сварку пробы по всей длине.

- Удалить флюс и шлаковую корку, и подсчитать количество пор на каждом участке.

Примечание. Данные всех измерений и результаты расчетов занести в таблицу 1.

Содержание отчета

1. Расчет режима автоматической сварки.

2. Описание методики постановки опытов и расчетов. Расчеты.
3. Таблица замеров и результатов расчетов.
4. Выводы по заданию к опытам.

Контрольные вопросы

1. Какие величины входят в понятие «режим автоматической сварки под флюсом»?
2. Как влияет сила сварочного тока на размеры валика?
3. Почему с увеличением напряжения на дуге увеличивается ширина валика и уменьшается выпуклость?
4. Как влияет на размеры валика скорость перемещения дуги?
5. Как влияет на размеры валика диаметр электрода?
6. Почему и как с изменением напряжения на дуге меняется расход флюса?
7. Что вызывает появление пор в металле шва?
8. Что характеризует погонная энергия и её аналитическое выражение?
9. Какая зависимость существует между величиной энергии и сечением валика?
10. Как определяется доля основного металла в металле шва?
11. Как определяется скорость перемещения дуги при отсутствии специальных фиксирующих приборов?
12. Как определяется площадь сечения валика?
13. Как определяется площадь сечения проплавленного металла?
14. По какой формуле определяется сила сварочного тока?
15. По какой формуле определяется скорость сварки?
16. По какой формуле определяется масса наплавленного металла?
17. Как рассчитать массу электродов?
18. Как рассчитать коэффициент формы провара?
19. Как рассчитать коэффициент формы валика, провара?
20. Как рассчитать коэффициент наплавки?
21. По какой формуле рассчитывается производительность сварки?

22. Формула для расчета скорости перемещения дуги.

23. Формула для расчета скорости подачи сварочной проволоки.

24. Формула для расчета удельного расхода флюса.

25. Как устроен сварочный автомат? Какие операции у него механизированы?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69

2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34

2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В.

Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Таблица 1 – Результаты опытов

Результаты замеров				Результаты расчетов			
Размер валика, мм	Режим	Масса пробы, г	До наплавки				
			После наплавки				
			Масса шлаковой				
			Сила тока, А				
			Напряжение, В				
Глубина провара, h	Время горения дуги,						
	Длина, l						
	Ширина, b						
	Выпуклость, с						
Коэффициент формы провара	Коэффициент формы валика	Пло- щадь, мм ²	Проплавления,				
			Наплавки, F _н				
Доля основного металла в металле напл. G _{см}							
Скорость перемещения дуги, V _{пл.} ,							
Погонная энергия, g _т , кал/см							
Масса наплавленного металла, G _н							
Удельный расход флюса							
Коэффициент наплавки, г/Ач							
Примечание							

Лабораторная работа 5

Полуавтоматическая сварка. Режимы, коэффициенты

Цель работы

Изучить влияние параметров режима сварки малоуглеродистой (строительной) стали в среде углекислого газа на производительность сварки, качество и форму шва.

Формируемые компетенции

ИД-1_{ОПК-1} Выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий;

ИД-2_{ОПК-1} Разрабатывает технологическую схему обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов.

ИД-1_{ОПК-5} Понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки;

ИД-2_{ОПК-5} Оценивает состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей;

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств;

ИД-2_{ОПК-9} Участвует в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

Теоретическое обоснование

Сущность способа состоит в следующем: голая электродная проволока диаметром 0,5–2,0 мм подается с постоянной скоростью в зону сварки с помощью автоматической головки, туда же подается углекислый газ через

специальное сопло горелки. Газ защищает расплавленный электродный и основной металл от окружающего воздуха.

Окислительное действие углекислого газа на расплавленный металл компенсируется повышенным содержанием в электродной проволоке элементов раскислителей (марганца, кремния, и др.), используется проволока типа Св-08ГС, Св-12Г, Св-08Г2С и др. Для сварки теплоустойчивых коррозионностойких и др. легированных сталей рекомендуется проводить сварку проволокой типа 15ХМ, 20ХМФЛ, 10Х18Н10Т и др. Сварка обычно ведется на обратной полярности.

Углекислый газ CO_2 . Бесцветный газ с едва ощутимым запахом. Хранится и транспортируется в баллонах емкостью 40 л. В баллон заливают 25 кг жидкой углекислоты, образующей при испарении $12,725 \text{ м}^3$ газа. Между баллоном и редуктором ставится подогреватель для осушки и ускорения испарения газа. Редуктор обычно кислородный с ацетиленовым манометром на 0,6 МПа на выходе или специальный для углекислого газа.

Химический состав металла шва зависит не только от основного и электродного материала, но и от параметров режима сварки, особенно от напряжения дуги и силы сварочного тока.

Повышение силы сварочного тока при том же диаметре электродной проволоки приводит к уменьшению времени пребывания капли на конце электрода и её контакта с газами, особенно с CO_2 , уменьшается степень выгорания раскислителей из сварочной проволоки (Mn , Si). Уменьшаются потери на угар и разбрызгивание, увеличиваются коэффициенты $\alpha_{\text{э}}$, $\alpha_{\text{н}}$.

Повышение напряжения на дуге приводит к значительному обеднению металла шва раскислителями, так как процесс выгорания их в столбе дуги повышается за счет увеличения времени контакта капли электродного металла с газом CO_2 . Снижаются $\alpha_{\text{э}}$, $\alpha_{\text{н}}$ за счет увеличения длины дуги и рассеяния тепла в пространстве, увеличивается разбрызгивание и угар.

Влажность и расход CO_2 приводит к образованию пор и охрупчиванию. Расход газа обычно определяют по расходомеру типа РС-3.

Процесс ведется на токе обратной полярности, так как на прямой полярности и на переменном токе недостаточная устойчивость, неудовлетворительное качество и форма шва, объясняется это тем, что в дуговом промежутке наличие O_2 , имеющего большое сходство с электроном, приводит к образованию большого количества ионов, нарушающих нормальные условия горения дуги.

При сварке в CO_2 α_n значительно превышает этот же коэффициент при наплавке под слоем флюса. Это объясняется тем, что тепло дуги, горящей в CO_2 , не тратится на расплавление флюсов.

Оборудование и материалы

1. Сварочная проволока типа Св-08Г2С, Св-08 диаметром 1,2–2 мм.
2. Пластины из малоуглеродистой (строительной) стали: $100 \times 100 \times 10$.
3. Углекислый газ.
4. Сварочный пост для сварки в CO_2 . Полуавтомат. Источник постоянного тока типа ПСО-300, ПСМ-1000, выпрямитель типа ВС-300.
5. Весы, секундомер.
6. Настольные тиски, специальная струбцина.
7. Бак с водой.
8. Пресс для излома проб.
9. Счетчик для определения расхода проволоки по длине.
10. Мерительный инструмент: линейка, штангенциркуль.

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в

Приложении 1. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

Указания по порядку выполнения работы

Опыт первый. Определить коэффициент плавления (α_3) наплавки (α_n , г/А·ч), потерь на угар и разбрызгивание ($\Delta\alpha$, %) при сварке на постоянном токе обратной полярности;

- подготовить сварочный пост к работе;
- зачистить пластины, собрать их встык, пользуясь специальной струбциной и прихватить их по торцам;
- взвесить собранные пластины с точностью до 2 г;
- подобрать режим сварки в зависимости от диаметра проволоки и толщины пластины и данным таблиц 1,2.

При отсутствии счетчика определить:

$$l = D_p \cdot \pi \cdot n \cdot \gamma, \quad (1)$$

где D – диаметр ролика;

n – частота его вращения;

γ – плотность стали равна 7,8 г/см³.

Таблица 1. Режим сварки в среде CO₂, проволокой диаметром 2 мм

Толщина металла S , мм	Вылет электрода l_3 , мм	Диаметр электрода , мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость подачи проволоки, м/с	Расход CO ₂ , л/мин
8 – 12	15 – 22	2	200 – 500	26 – 32	250 – 300	14-24

Таблица 2. Режим сварки в среде CO₂, проволокой диаметром 1,2 мм

$I_{св}$, А	U_0 , В	$L_3; d_3^2$ л/мм	d_3 , мм	L_3 , э, мм	$V_{н.н.}$ м/ч	G , кг/ч
300	31 – 36	7 – 15	1,2	10 – 22	450 – 790	4,0 – 7,0
400	36 – 42	10 – 15	1,2	14 – 22	900 – 1200	8,0 – 10,7

На выбранном режиме по нижнему пределу наплавить валик длиной 130–160 мм перпендикулярно стыку, фиксируя время горения дуги τ , напряжение U_d , силу сварочного тока $I_{св}$ и показания счетчика расхода проволоки. Длина расплавленной проволоки определяется как произведение числа оборотов счетчика (показания счетчика) на длину окружности подающего ролика.

- Охладить пробу в воде, тщательно очистить от брызг и шлака. Взвесить. Измерить длину валика;

- увеличивая силу тока на 100–150 А, сохраняя при этом остальные параметры режима по возможности постоянными наплавить на токе прямой полярности;

- выполнить взвешивание пластин, измерить длину валика;

- размеры валиков h , b , c определить по методике предыдущей работы (рисунок 1);

-рассчитать F_n , F_{np} , Ψ_d , Ψ_{np} , α_z , $G_{см}$, $V_{св}$, α_i , Ψ , A (расход газа), G_n , и G (теоретическая производительность).

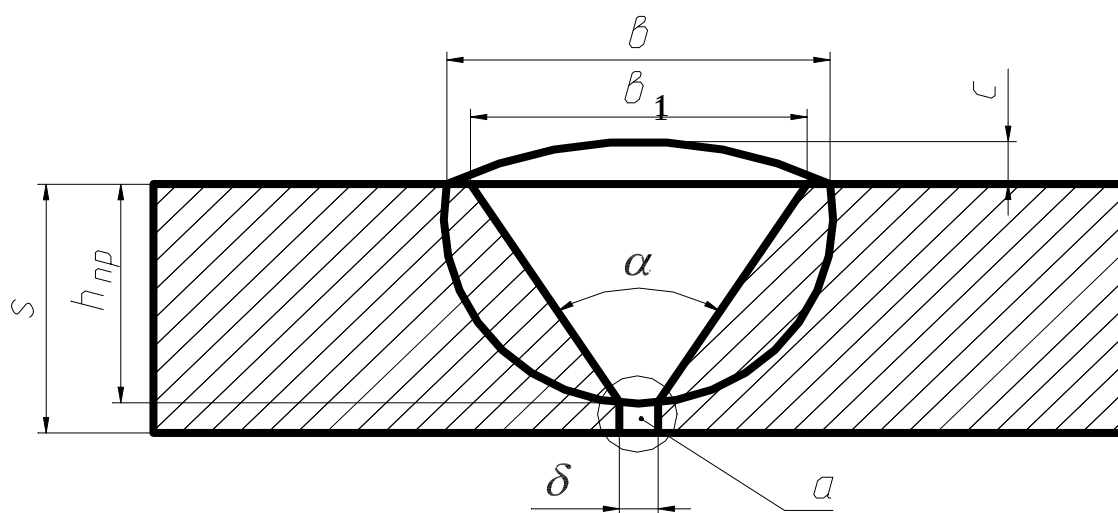


Рисунок 1. Схема наплавленного валика. Основные параметры:

S – толщина свариваемых деталей;

h_{np} – глубина проплавления ($h_{np} \approx S - 0,1S$);

b – ширина валика ($b = b_1 + 0,1b_1$);

b_1 – ширина валика в условном треугольнике ($b_1/2 = h_{np} \cdot \operatorname{tg} 45^\circ$);

α – угол в корне шва ($\alpha = 70-90^\circ$);

c – высота усиления шва ($C = h_{yc} \approx 0,1h_{np}$);

b – технологический зазор 2–6 мм.

Опыт второй. Повторить опыт первый, изменяя напряжения с сохранением остальных параметров постоянными.

Опыт третий. Повторить опыт первый, произведя наплавку проволокой Св-0,8 и применяя такой же режим сварки, что и проволокой Св-08Г2С. Сравнить швы по внешнему виду. Данные всех измерений занести в табл.3.

Содержание отчета

1. Цель работы, краткая теоретическая справка.
2. Методика постановки опытов. Расчеты.
3. Таблица замеров и результатов расчетов.
4. Выводы и объяснения полученных результатов.

Контрольные вопросы

1. Оборудование, применяемое при сварке в среде CO_2 .
2. Как устроена горелка для подачи CO_2 ?
3. Почему для сварки в среде CO_2 низкоуглеродистой стали требуется проволока с повышенным содержанием кремния, марганца?
4. Какие типовые марки проволоки применяются для сварки низкоуглеродистых и легированных сталей?
5. Почему при одинаковых условиях сварки коэффициент наплавки в среде CO_2 больше, чем при сварке под слоем флюса?
6. Причины образования в металле шва пор.

7. Как определяется величина погонной энергии?
8. Как определяется скорость подачи проволоки и её расход?
9. Как определяется площадь сечения проплавленного металла?
10. Как определяется площадь сечения валика?
11. По какой формуле определяется сила сварочного тока?
12. По какой формуле определяется скорость сварки?
13. По какой формуле определяется масса наплавленного металла? Как ещё её можно определить?
14. Как определить массу израсходованной электродной проволоки?
15. По какой формуле ведется расчет коэффициента формы провара?
16. По какой формуле ведется расчет коэффициента формы валика?
17. По какой формуле рассчитывается коэффициент наплавки?
18. Формула для расчета скорости перемещения дуги?
19. Расчет расхода газа CO_2 . Как осуществляется замер расхода газа?
20. Что применяется для осушения газа и ускорения испарения углекислоты?
21. Формула для расчета удельного расхода углекислого газа.
22. Как устроен сварочный полуавтомат для сварки в углекислом газе?
23. Источники тока для сварки в углекислом газе.
24. Внешняя характеристика источников тока для сварки в углекислом газе.
25. Какая полярность применяется при сварке в углекислом газе? Почему

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А.

В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69

2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34

2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Таблица 3. Опытные данные

[illegible]

Лабораторная работа 6

Сварка пластмасс

Цель работы

Изучение классификации, свойств, структуры и областей применения пластмасс. Изучение различных способов сварки пластмасс и применяемого оборудования. Выбор технологических параметров режима сварки, оценка качества сварки пластмассовых деталей.

Формируемые компетенции

ИД-1_{ОПК-1} Выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий;

ИД-2_{ОПК-1} Разрабатывает технологическую схему обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов.

ИД-1_{ОПК-5} Понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки;

ИД-2_{ОПК-5} Оценивает состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей;

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств;

ИД-2_{ОПК-9} Участвует в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

Теоретическое обоснование

Термопластичные материалы: полиэтилен, винипласт, капрон, органическое стекло, полипропилен и др. можно сваривать. При нагревании они переходят сначала в высокопластичные, а затем в вязко текучее состояние,

сравнительно легко сцепляются друг с другом, и при охлаждении затвердевают, образуя соединение.

Для соединения мягких термопластов применяют шовную или точечную сварку, а для сварки жестких термопластов (винипласт, полистирол) сварку с использованием присадочного материала, обычно из такого же материала.

Сварка нагревательным элементом является одним из наиболее распространенных способов соединения термопластических пластмасс. Она нашла высокое применение при монтаже технологических, магистральных трубопроводов и других объектов.

Существуют две разновидности данного способа: сварка с нагревом соединяемых поверхностей посредством контактной теплопередачи от зеркала нагревательного элемента и с нагревом путем излучения от инструмента (нагревательного элемента) (рисунок 1).

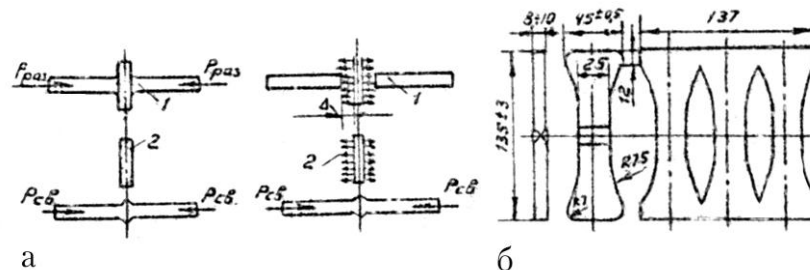


Рисунок 1. Схемы сварки образцов из термопластических пластмасс:

а – сварка при контактном нагреве; б – при нагреве излучением;
1 – заготовка; 2 – нагревающий инструмент

Процесс сварки сводится к тому, что соединяемые поверхности с небольшим усилием P_1 прижимаются к поверхности нагретого инструмента (рисунок 1,а). После удаления инструмента к свариваемым деталям прикладывают усилие P_2 (см. Приложение 1) и под этим давлением производят охлаждение шва.

При сварке излучением (рисунок 1,б) детали устанавливают от инструмента на расстоянии 1,5 – 3 мм.

Выбор параметров сварки зависит главным образом от марки термопласта.

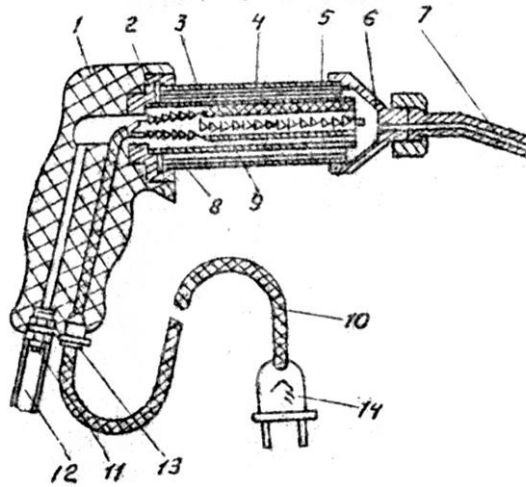


Рисунок 2. Схема сварочного пистолета: 1 – рукоятка; 2 – вставка; 3 – обойма; 4 – изолятор; 5 – стакан; 6 – колпак; 7 – сопло; 8 – бусы изоляционные; 9 – нагревательная спираль; 10 – шнур; 11 – штуцер; 12 – трубка для подвода газа

Сварка горячими газами с использованием присадочного прутка широко применяется при изготовлении конструкций из винипласта, полиэтилена низкого и высокого давления и др. Основными параметрами процессов сварки горячими газами являются температура и род газа, состав и диаметр присадочного прутка, давления на пруток, диаметр сопла и расход газа. Выбор этих параметров производится с учетом марки и толщины свариваемого материала (пластмассы). В качестве нагревательных газов-теплоносителей применяются воздух, азот, кислород. Род газа оказывает определенное влияние на качество сварного соединения. Так, воздух обеспечивает более низкое качество, чем воздух и азот при сварке винипласта.

Нагрев воздуха, азота, кислорода, углекислого газа осуществляется с помощью специальной горелки или электрического нагревателя-пистолета (рисунок 2).

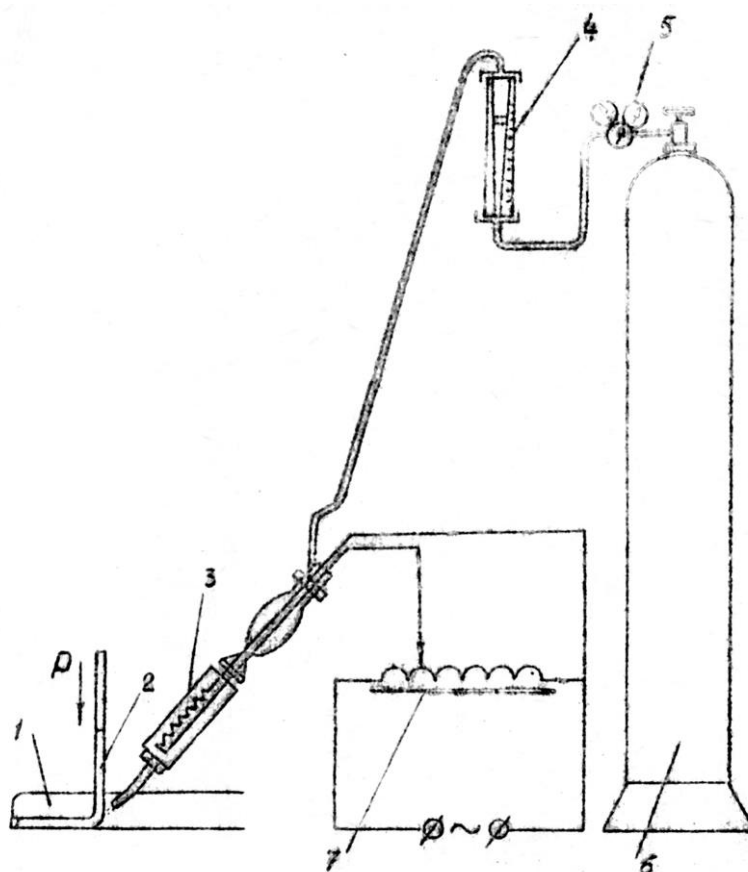


Рисунок 3. Схема поста для сварки пластмасс горячими газами:
 1 – свариваемые заготовки; 2 – присадочный пруток из термопластичной пластмассы; 3 – горелка; 4 – ротаметр; 5 – редуктор-манометры; 6 – баллон с горючим; 7 – автотрансформатор

Оборудование и материалы

1. Нагревательная установка для пластмасс.
2. Заготовки.
3. Зажимы.
4. Сварные образцы.

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в

Приложении 1. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

Указания по порядку выполнения работы

Опыт первый

1. Ознакомиться с инструкцией по работе с нагревательными установками для пластмасс.
2. Провести маркировку и замеры свариваемых сечений.
3. Сварить заготовки при четырёх-пяти различных значениях одного из параметров и неизменной величине остальных (по указанию преподавателя).
4. После охлаждения сварного шва (не менее 1 мин.) освободить заготовки от зажимов.
5. Размерить сварные образцы по шаблону (рисунок 1).
6. Испытать образцы на растяжение и занести результаты в таблицу 1.
7. Построить зависимость предела прочности $\sigma_{\bar{a}}$ при растяжении в функции от исследуемого параметра ($T^{\circ}\text{C}$, t , P).

Опыт второй

1. Разделить кромки образцов с учетом толщины листов.
2. Настроить аппаратуру на выбранный режим сварки. Винипластовые образцы сварить воздухом при температуре 160, 220, 250, 270⁰С.
3. Полиэтиленовые образцы сварить азотом, углекислым газом и воздухом при 200⁰С. Замер температуры производить на поверхности свариваемой детали (заготовки).
4. По полученным результатам испытаний на временное сопротивление разрыву произвести расчеты и дать графическое изображение $\sigma_B = f(t_{ce})$ и диаграмму, иллюстрирующую зависимость предела прочности сварного соединения от рода газа.

Таблица 1. Результаты опытов по сварке

Способ нагрева	Но- мер образ- цов	Мате- риал об- раз- цов	Размеры заготовки			Режим сварки				Усилие разрыва, P , кг	Предел прочности	Относительная прочность	Характер разрушения	Форма и размер графа
			Толщина, см	Ширина, см	Площадь, см ²	T^0C	Время разогрева	P_1 , кг/см ² (МПа)	P_2 , кг (Мпа)					
Нагрев контактный														
Нагрев газом														

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Описание свойств рассмотренных полимерных материалов.
3. Краткое описание способов сварки пластмасс, необходимые иллюстрации.
4. Выводы из работы.

Контрольные вопросы

1. Как объяснить характер полученной кривой в функции от исследуемого параметра T^0C , t , P_2 ?
2. Какие меры по уменьшению прилипания разогретого термопласта к нагревательному элементу можно предложить?
3. Какие температуры сварки рекомендуется для сварки оргстекла, винипласта, полиэтилена, полистирола?
4. Как объяснить снижение прочности сварного соединения полиэтилена при использовании в качестве газа-теплоносителя воздуха вместо азота?
5. В чём разница в технике сварки полиэтилена и винипласта?
6. Как ставится опыт по сварке пластмасс с контактным нагревом?

7. Как ставится опыт по сварке пластмасс с нагревом за счет конвекции тепла?

8. Как устроена горелка-пистолет для сварки горючими газами?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69

2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34

2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский

государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ,
2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Приложение А

Технологическая характеристика некоторых термопластов

Наименования	Режим сварки			
	T^{0c}	$P_{уд.}$, МПа	Выдержка, с	
Полистирол общего назначения	140 – 200	1 – 2	10 – 40	60
Полистирол ударопрочный	140 – 200	1 – 2	30 – 40	60
Винипласт	180 – 200	1 – 1,5	30 – 40	60
Оргстекло	115 – 130	1,5 – 1,0	30 – 40	60
Лавсан	245 – 250	0,8 – 1,1	20 – 60	60
Полиамид	240 – 280	0,8 – 1,6	20 – 60	60
Полиуретан	170 – 180	0,6 – 1,2	10 – 40	120
Полиэтилен ВД	125 – 130	0,6 – 1,5	30 – 40	60

Лабораторная работа 7

Исследование линейных свойств и определение коэффициентов усадки

Цель работы

Ознакомление с основами литейного производства. Изучение модельной оснастки. Исследование литейных свойств сплавов. Определение коэффициентов линейной и объемной усадки.

Формируемые компетенции

ИД-1_{ОПК-1} Выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий;

ИД-2_{ОПК-1} Разрабатывает технологическую схему обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов.

ИД-1_{ОПК-5} Понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки;

ИД-2_{ОПК-5} Оценивает состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей;

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств;

ИД-2_{ОПК-9} Участвует в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

Теоретическое обоснование

Литейное производство – один из распространенных способов изготовления разнообразных деталей и изделий. Методами литья у нас в стране производится около 25 млн. тонн отливок.

Сущность литейного производства – заливка жидкого металла в форму с последующим охлаждением в ней. Полость формы по размерам и конфигурации отвечает изготавливаемым деталям. Детали или заготовки, изготовленные таким способом, называются отливками.

Литейные формы бывают разовые, полупостоянные и постоянные.

Разовые – из песчано-глинистых смесей, служат для одной отливки. Полупостоянные – из огнеупоров (графит, асбест, цемент и др.), для нескольких десятков отливок. Постоянные (кокили из металла) применяются сотни и тысячи раз.

Отливки получают способами: в песчано-глинистых формах и специальными (в металлические и оболочковые формы, по выплавляемым моделям, центробежные, литье под давлением и др.)

Большинство отливок (до 80 %) изготавливают в песчано-глинистых формах по следующему технологическому процессу:

- приготовление формовочных и стержневых смесей;
- изготовление стержней и литейных форм;
- расплавление металла;
- заливка металла в формы и затвердевание его в отливку;
- извлечение отливки из формы, обрубка и очистка ее;
- контроль качества отливки.

Для изготовления песчано-глинистых форм применяется модельная (литейная) оснастка.

Модельная (литейная) оснастка. В модельный комплект входят: модели детали, опоки, стержневые ящики – один или несколько, подмодельная плита, модель литниковой системы, формовочный инструмент.

Модели бывают: металлические, деревянные, пластмассовые и др. Модель-копия детали по наружной поверхности, но больше ее на величину усадки металла и припуска на механическую обработку. Окрашивают модели в красный цвет – для чугуна, синий – для стали, желтый – для цветных металлов. Отдельные выступы на модели окрашивают в черный цвет, это означает, что в

отливке в этом месте будет отверстие или пустота. Такой выступ называется стержневой знак. Модели детали необходимы для получения в литейной форме наружных очертаний отливки (называемых литейной полостью). По конструкции модели могут быть цельные и разъемные.

Опоки – чугунные, стальные или алюминиевые рамки – служат для удержания формовочной смеси и образования литейной песчаной формы. Опоки имеют приливы на боковых стенках для центрирования и скрепления верхней опоки с нижней.

Стержневые ящики – служат для изготовления песчаных стержней, стержни – для получения отверстий и пустот в отливках (деталях). Ящики делают из дерева или металла, цельные или разъемные, с учетом литейной усадки и припусков на механическую обработку, стержневые полости ящика окрашивают в цвет модели.

Подмодельная плита – деревянная или металлическая – служит для установки на ней модели (полумодели) и опоки для изготовления формы.

Модель литниковой системы – для образования системы каналов, через которые поступает в полость формы жидкий металл.

Обычно литниковая система состоит из литниковой чаши (воронки) – 1, стояка – 2, шлакоуловителя – 3, питателей – 4. Окраска, как и основных моделей (рисунок 1).

Для чугунного литья площадь поперечных сечений питателей F_n , шлакоуловителя $F_{ш}$ и стояка $F_{ст}$ имеют соотношение:

$$F_n : F_{ш} : F_{ст} = 1 : 1,15 : 1,25$$

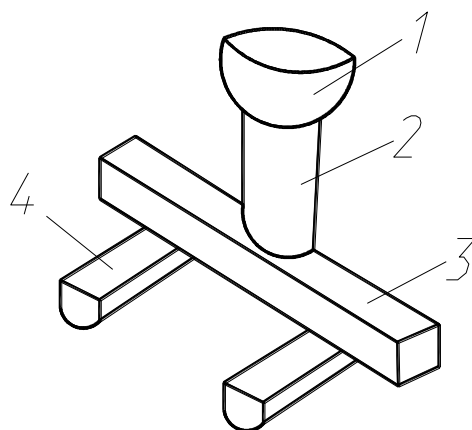
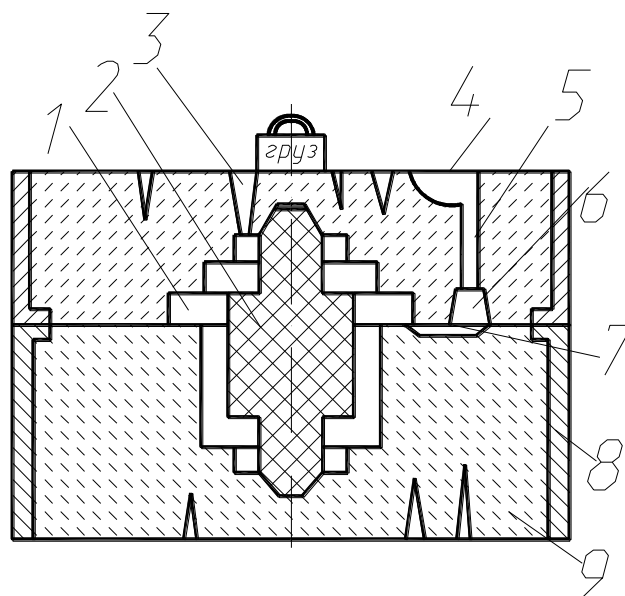


Рисунок 1. Схема литниковой системы

Формовочный инструмент: лопаты, сита, трамбовки, гладилки, ланцеты, крючки, ложки, линейки, иглы- душники и др. для формовки и отделки формы.

На рисунке 2 показана собранная форма, готовая к заливке (в разрезе). Обратите внимание на условные обозначения элементов формы: каналы литниковой системы и полость формы не штрихуются. На рисунке 2 б в качестве примера приведен эскиз собранной формы для отливки из стали с горизонтальным стержнем. Обратите внимание на применение прибылей для питания отливки – верхних скрытых и прибыльных бобышек, расположенных в местах подвода металла в форму.



а

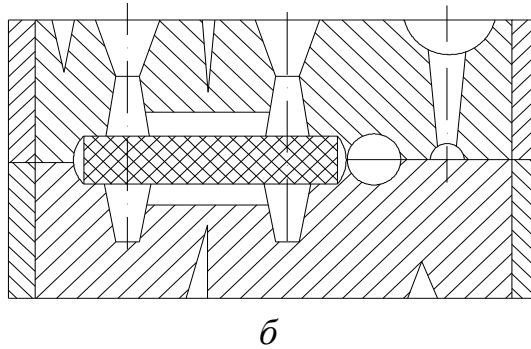


Рисунок 2. Схема собранной формы с прибылями: 1 – литейная полость формы; 2 – стержень; 3 – выпор; 4 – литниковая чаша; 5 – стояк; 6 – шлакоуловитель; 7 – питатель; 8 – опока; 9 – формовочная смесь

Определение усадки. Усадка – уменьшение линейных размеров или объема отливки в результате охлаждения и кристаллизации. Величина усадки зависит от химического состава сплава, температуры и скорости заливки его в форму, скорости охлаждения и сложности конфигурации отливки, от степени сопротивления усадке со стороны формы и стержня.

Различают линейную и объемную усадку. В среднем линейная усадка отливок из серого чугуна – 1 % из стали – 2 % и большинства цветных металлов – 1,5 %, объемная соответственно 3, 6, 4 %.

Определение линейной усадки. Под линейной усадкой понимается относительная разность в размерах модели полученной отливки, выраженная в процентах:

$$\varepsilon_{\text{л}} = \frac{l_{\text{м}} - l_{\text{о}}}{l_{\text{м}}} \cdot 100 \%, \quad \varepsilon_{\text{л}} = \frac{l_{\text{ф}} - l_{\text{о}}}{l_{\text{ф}}} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где $\varepsilon_{\text{л}}$ – линейная усадка, в %;

$l_{\text{ф}}, l_{\text{м}}$ – длина модели;

$l_{\text{о}}$ – длина отливки.

Усадка может быть свободной и затрудненной, когда имеются такие помехи, как сопротивление стержней, формы и др. Свободная и затрудненная

усадка определяется с помощью отливки специальных образцов в песчаную форму (рисунок 3).

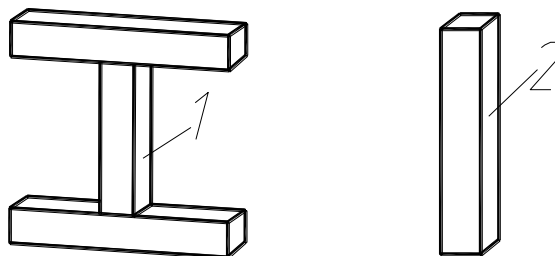


Рисунок 3. Схема моделей для отливки образцов:

1 – для затрудненной усадки; 2 – для свободной

Большей усадкой обладают сплавы, имеющие более широкий интервал кристаллизации.

Определение объемной усадки литьем в кокиль

Литьем в кокиль называют метод литья, когда жидкий сплав заполняет полость металлической формы под действием собственной силы тяжести.

Литье в кокиль относится к специальным видам литья. В кокилях можно изготавливать отливки из разных сплавов (алюминиевых, магниевых, медных, чугуна, стали и др.). Качество отливок значительно лучше, чем литье в песчаных формах (точные размеры, ровнее поверхность, выше механические свойства). Процент брака отливок ниже, чем при литье в песчаные формы. В среднем он составляет 3 – 5 %.

Технология кокильного литья: приготовление сплава, подготовка кокиля к заливке, заливка жидкого металла и охлаждение, извлечение отливки из кокиля. Подготовка кокиля: покраска рабочей полости теплоизоляционным покрытием, смазка трущихся частей, подогрев и сборка (заккрытие) кокиля. Теплоизоляционная краска позволяет выровнять температурные условия кристаллизации различных частей отливки. Слой краски воспринимает на себя

удар струи металла, устраняет его приваривание к кокилю и увеличивает срок службы.

В состав применяемых красок входят: мел, окись цинка, тальк, асбест, графит, жидкое стекло, сажа и другие компоненты. Состав краски №1 (в кг): мел – 0,120, жидкое стекло – 0,040, вода – 1,000.

Краску наносят пульверизатором на предварительно подогретый до $150 - 200^{\circ}\text{C}$ кокиль. После нанесения нового слоя краски кокиль перед заливкой металла подогревают до $150 - 300^{\circ}\text{C}$. Заливку алюминиевых сплавов в кокиль производят из ковшей при температуре $680 - 720^{\circ}\text{C}$. Прерывать струю во время заливки нельзя, так как это поведет к захватыванию воздуха, окислению металла и попаданию окислов в отливку.

Под объемной усадкой понимается относительная разность в объеме модели и отливки, выраженная в процентах:

$$\varepsilon_v = \frac{V_{\phi} - V_o}{V_{\phi}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где ε_v – объемная усадка, в %;

V_m, V_{ϕ} – объем модели, формы;

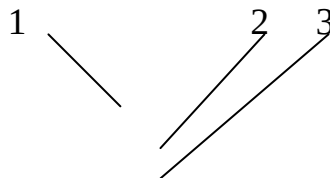
V_o – объем отливки.

При изготовлении шаровой отливки в кокиль (рисунок 4) объемную усадку определяют по формуле:

$$\varepsilon_v = \frac{V_{\phi} - V_{ш}}{V_{\phi}} \cdot 100 \%, \quad \varepsilon_v = \frac{D_{\phi}^3 - D_{ш}^3}{D_{\phi}^3} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где $V_{ш}$ – объем шара; $V_{ш} = \frac{\pi D^3}{6}$;

$D_{ш}$ – диаметр шара.



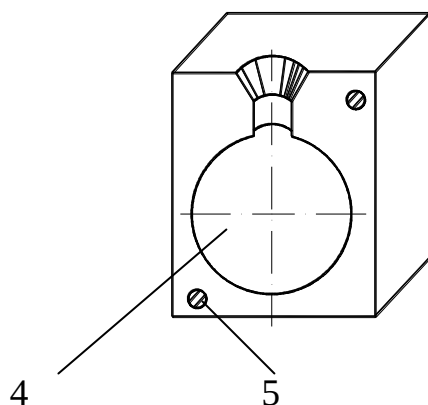


Рисунок 4. Схема кокиля в разрезе:

1 – полуформа; 2 – воронка; 3 – стояк; 4 – литейная полость; 5 – фиксаторы, полуфиксаторы

Оборудование и материалы

1. Модельная оснастка.
2. Плавильная печь.
3. Металлические и песчано-глинистые формы.
4. Сплав, отливки.
5. Мерительный инструмент.

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в Приложении 1. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

Указания по порядку выполнения работы

1. Ознакомиться с содержанием работы.
2. Сделать записи и рисунки работы.
3. Изучить литейную оснастку.

4. Подготовить металлическую форму (кокиль), нагревательную печь и расплав металла (сплава).
5. Измерить линейные и объемные размеры кокилей.
6. Залить формы жидким металлом.
7. Извлечь отливки, измерить их размеры.
8. Определить литейную и объёмную усадку.
9. Составить отчет.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткая запись содержания работы с рисунками.
3. Определение по формулам литейной усадки.
4. Выводы с указанием дефектов отливки и их причины.

Контрольные вопросы

1. Сущность литейного производства.
2. Способы получения отливок в литейном производстве.
3. Сколько процентов отливок получают в песчаных формах?
4. Технологический процесс получения отливок в песчаных формах.
5. Назначение модельной оснастки и ее комплектность.
6. Окраска моделей.
7. Устройство и назначение литниковой системы.
8. Почему разное поперечное сечение каналов литниковой системы?
9. Формовочный инструмент и его назначение.
10. Элементы собранной формы.
11. Что такое усадка и ее виды?
12. Как определить линейную усадку?
13. Как подготовить металлическую форму (кокиль) для заливок?
14. Температура нагрева формы (кокиля) перед заливкой.

15. Состав краски для кокиля.
 16. Что такое свободная и затрудненная усадка?
 17. Какие сплавы обладают большей усадкой?
 18. Какая средняя усадка, чугуна, стали, цветных металлов?
 19. Как определить объемную усадку?
 20. Устройство металлической формы (кокиля).
 21. Преимущество литья в кокиль по сравнению с песчаными формами.
 22. Причины возникновения дефектов при заливке в холодный кокиль.
- инструментами для захвата и переноса тиглей.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69
2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34
2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый

Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Лабораторная работа 8

Исследование влияния температуры нагрева металла на усилие деформации

Цель работы

Определение температурного интервала обработки и исследование влияния температуры нагрева металла на усилие деформации.

Формируемые компетенции

ИД-1_{ОПК-1} Выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий;

ИД-2_{ОПК-1} Разрабатывает технологическую схему обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов.

ИД-1_{ОПК-5} Понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки;

ИД-2_{ОПК-5} Оценивает состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей;

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств;

ИД-2_{ОПК-9} Участвует в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

Теоретическое обоснование

Температура является фактором, в наибольшей степени влияющим на пластичность и сопротивление деформированию. С повышением температуры пластичность увеличивается, сопротивление деформированию уменьшается. Наибольшей пластичностью металлы обладают при температурах выше температуры рекристаллизации, поэтому в большинстве случаев металлы подвергаются горячей пластической деформации.

В обработке давлением совокупность пластичности и сопротивление определяют технологические свойства металла – ковкость. Чем выше пластичность и меньше сопротивление деформированию, тем лучше ковкость обрабатываемого металла.

Исследование влияния нагрева металла на усилие деформирования

Определение сопротивления металла деформированию характеризуется тем, что в процессе обработки давлением металл противодействует прикладываемым внешним силам. Это противодействие определяет сопротивление металла деформированию, которое равно напряжению σ_i , определяемому по формуле:

$$\sigma_i = \frac{P_i}{F_i}, \text{ кг/мм}^2 \text{ (Мн/м}^2, \text{ МПа)}, \quad (1)$$

где P_i – усилие деформирования в некоторый момент времени, (кг, Н);

F_i – площадь контакта между инструментом и заготовкой в момент действия силы, (мм²).

Под действием усилия изменяется форма и размеры исходной заготовки (рисунок 1). Количество формоизменения определяется степенью деформации ε_i :

при сжатии:

$$\varepsilon_{сж} = \frac{H_0 - H_{\kappa}}{H_0} \times 100, \%, \quad (2)$$

при растяжении:

$$\varepsilon_p = \frac{L_{\kappa} - L_0}{L_0} \times 100, \%, \quad (3)$$

где H_0, L_0 – соответственно высота и длина исходной заготовки, мм;

H_{κ}, L_{κ} – соответственно высота и длина в момент действия силы P_{κ} , мм.

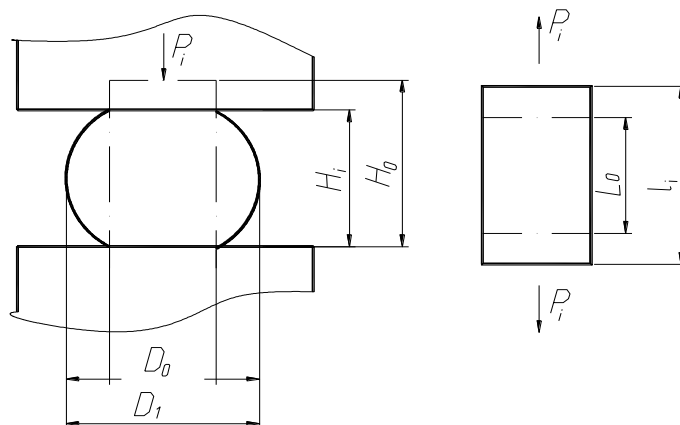


Рисунок 1. Схема приложения усилий при деформации

Определение скорости деформации

Скорость деформации равна степени деформации за единицу времени:

$$V_{\partial} = \frac{\varepsilon}{\Delta t} = \frac{H_0 - H_{\kappa}}{H_0 \cdot \Delta t}, \text{ 1/с}. \quad (4)$$

Металл можно деформировать только до определенной степени деформации, после чего наступает разрушение. Максимально допускаемая степень деформации, не вызывающая разрушения, количественно определяет пластичность металла:

при сжатии (относительное сжатие):

$$\varepsilon_{сж} = \frac{H_0 - H_k}{H_0} \times 100 \%, \quad (5)$$

при растяжении (относительное растяжение):

$$\varepsilon_p = \frac{L_k - L_0}{L_0} \times 100, \quad \%, \quad (6)$$

где H_k , L_k – соответственно высота и длина заготовки в момент разрушения.

Определение температурного режима. Температура нагрева и интервал обработки определяется по диаграмме состояния и по формуле:

$$T = \alpha \cdot T_{пл}, \quad \alpha_n = 0.9, \quad \alpha_k = 0.7, \quad (7)$$

где T – температура нагрева, °C;

α – коэффициент,

α_n и α_k – соответственно начальная и конечная температура обработки (температурный интервал $T_n = T_n - T_k$);

$T_{пл}$ – температура плавления $Al=658$ °C, $Fe=1539$ °C.

Определение удельного усилия при осадке. Удельное усилие деформации при осадке равно:

$$P_{y\phi} = \frac{P}{F_k}, \quad \text{кГ/мм}^2, \quad (8)$$

где P – полное усилие деформации;

$F_k = \frac{\pi D^2}{4}$ – площадь контакта образца с одной плитой;

D – контактный диаметр образца.

Оборудование и материалы

1. Пресс гидравлический.
2. Нагревательная печь.
3. Образцы.

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в Приложении 1. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

Указания по порядку выполнения работы

1. Ознакомиться с устройством прессы и нагревательной печи.
2. Нагреть образцы из стали 20 до температур: 20, 300, 600, 900 °С.
3. Произвести осадку образцов при заданных температурах. При этом замерять и записывать высоту образца и показания шкалы (манометра) в таблицу 1.
4. Произвести расчет удельного усилия ($P_{y\delta}$), сопротивления (σ_i), и пластичности (δ) по формулам (1,5,8).
5. Построить графики зависимости $P_{y\delta}$, δ_i , δ от температуры нагрева.

Таблица 1. Результаты исследования опытных данных

Температура	Размеры, мм	Усилие	Опытные данные
-------------	-------------	--------	----------------

нагрева, °С	H ₀	H _k	D ₀	F _k	D _k	P, кГ	P _{уд}	σ, МПа	δ, %

Содержание отчета

1. Наименование, цель работы, теоретические основы.
2. Опытные данные полного и удельного усилия деформации при 20°С, 300, 600 и 900 °С.
3. Графическая зависимость удельного усилия ($P_{уд}$), сопротивления ($\sigma_{сж}$) и пластичности (δ) от температуры нагрева металла. Расчетный интервал нагрева образца, а также эскиз образцов до и после осадки.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Сущность обработки давлением.
2. Виды обработки давлением.
3. Влияние температуры нагрева на пластичность и сопротивление деформированию.
4. Что такое ковкость и как она зависит от пластичности?
5. Чем характеризуется сопротивление металла деформированию?
6. Чем определяется формирование заготовки?
7. Чему равна скорость деформации?
8. Как определяется пластичность металла?
9. Формула для определения температуры нагрева.
10. Как определить удельное усилие деформации при осадке?
11. Устройство прессы и нагревательной печи.
12. Что характеризует график зависимостей удельного усилия, сопротивления и пластичности?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69
2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34
2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92
3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Лабораторная работа 9

Проектирование технологии изготовления поковки

Цель работы

Ознакомиться с методикой разработки технологии и составлением технологических карт на изготовление поковки.

Формируемые компетенции

ИД-1_{ОПК-1} Выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий;

ИД-2_{ОПК-1} Разрабатывает технологическую схему обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов.

ИД-1_{ОПК-5} Понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки;

ИД-2_{ОПК-5} Оценивает состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей;

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств;

ИД-2_{ОПК-9} Участвует в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

Теоретическое обоснование

Свободной ковкой изготавливают в условиях индивидуального и мелкосерийного производств поковки массой примерно от 150 г до 300 – 350 т. Свободную ковку проводят на гидравлических прессах (тяжелые поковки), паровоздушных молотах (средние поковки массой 8 – 750 кг) и на пневматических молотах (мелкие поковки). Исходными заготовками для свободнойковки служит, блюмсы и в некоторых случаях слитки.

1. Разработка технологического процесса свободнойковки состоит из следующих этапов:

- проектирование поковки;
- расчет размеров и массы заготовки для поковки;
- назначение кузнечных переходов;
- выбор оборудования;
- определение режима нагрева и охлаждения;
- назначение термообработки для поковки.

Проектирование поковки. Чертеж поковки разрабатывают по чертежу детали. Размеры поковки по сравнению с размерами готовой детали увеличивают на величину припуска. Для упрощения формы поковки по отдельным поверхностям (получение которых ковкой невозможно или затруднительно) дают местное увеличение припуска, называемое *напуском*. На все размеры поковки назначают *допуски*. Припуски и допуски на поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемой свободной ковкой на молотах, регламентированы ГОСТом 7829-70, а на прессах ГОСТом 7062-75.

В таблице 4.1 приведена выдержка из ГОСТ 7829-70 по припускам и допускам для гладких поволок круглого, квадратного и прямоугольного сечений. Для поволок круглого и квадратного сечений с уступами предусмотрены дополнительные припуски (на несоосность) величиной от 3 до 10 мм при разности диаметров (размеров) наибольшего и рассматриваемого сечений от 0 до 40 мм и свыше 180 мм. На общую длину поволоки припуски и допуски берут по таблице 1 и увеличивают в 2.5 раза.

Таблица 1. Припуски (на две стороны) и допуски на гладкие поковки

Длина детали	Диаметр детали или размер сечения, мм					
	до 50	св.50 до 70	св.70 до 90	св.90 до 120	св.160 до 200	св. 300 до 360
	<i>Припуски и допуски</i>					
До 250	5 ± 2	6 ± 2	7 ± 2	8 ± 3	-	-
Св. 250 до 500	6 ± 2	7 ± 2	8 ± 2	9 ± 3	11 ± 3	14 ± 4
Св. 500 до 800	7 ± 2	8 ± 2	9 ± 3	10 ± 3	12 ± 3	15 ± 4
Св. 800 до 1200	8 ± 2	9 ± 3	10 ± 3	11 ± 3	13 ± 4	16 ± 4
Св. 5000 до 6000	-	-	-	-	19 ± 5	22 ± 6

Расчет размеров и массы заготовки. Массу исходной заготовки G_3 , при ковке из проката определяют по формуле:

$$G_3 = G_n + G_0, \quad (1)$$

где G_n – масса поковки, кг;

G_0 – масса отходов на обсечки и угар, кг.

Если поковка обрабатывается резанием, то подсчет массы металла проводят по номинальным размерам поковки без учета допусков. Если поковка механически не обрабатывается, то подсчет массы металла поковки проводят с учетом максимальных значений допусков, т. е. по максимальным размерам поковки. Массу поковки подсчитывают по формуле:

$$G_n = V_n \cdot \gamma, \quad (2)$$

где V_n – объем металла поковки, см³;

γ – плотность, равная для стали 7.85 г/см³.

Масса отходов на обсечки и угар берется обычно в процентах от массы поковки. Ее значение составляет 1.5 – 25% (глухие фланцы – 1.5%, зубчатые колеса – 8 – 10, сварные кольца, втулки, обе чайки – 3 – 5, гладкие валы, бруски – 5 – 7, валы и вилки с уступами, болты – 7 – 10, гаечные ключи, шатуны – 15 – 18%, рычаги сложные, кривошипы – 18 – 25%).

Площадь поперечного сечения исходной заготовки определяют, исходя из площади поперечного сечения детали, характера обработки и степени уковки.

Если основной операцией при ковке является вытяжка, то площадь поперечного сечения исходной заготовки находят так:

$$F_3 = F_n * k, \quad (3)$$

где F_n – площадь поперечного сечения поковки, см^2 ;

k – степень уковки, равная для проката 1.3 – 1.5; для слитка 1.5 – 2.

Для операции осадки высота исходной заготовки должна быть менее трех ее диаметров.

Длину исходной заготовки L_3 , см, можно определить из формулы:

$$L_3 = \frac{V_n - V_0}{F_3} = \frac{V_3}{F_3}, \quad (4)$$

где V_0 – объем отходов, см^3 ;

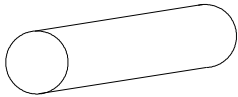
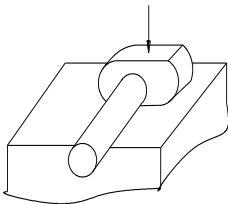
V_3 – объем заготовки, см^3 .

Для облегчения расчетов объемы сложных деталей разбивают на объемы элементарных фигур.

Назначение кузнечных переходов

При разработке технологииковки необходимо стремиться к наименьшему числу переходов, к минимуму отходов металла и получению детали с высокими механическими свойствами. Для создания высоких механических свойств поковки важное значение имеет устранение в ней дендритной (древовидной) структуры, получаемой в отливках, то есть раздробление ее до мелкозернистого строения. Поэтому при ковке ряда деталей (шестерни, валы, оси, инструмент и др.) для раздробления дендритной структуры применяют многократное обжатие поковки в продольном и поперечном направлениях. В качестве примера расчленения кузнечной операции на переходы приведен технологический процессковки болта (таблица 2).

Таблица 2. Схемаковки болта

Переходы	Эскизы	Переходы	Эскизы
Отрезать заготовку Нагреть один конец заготовки		Отковать шестигранную головку: а) отковать две плоскости	

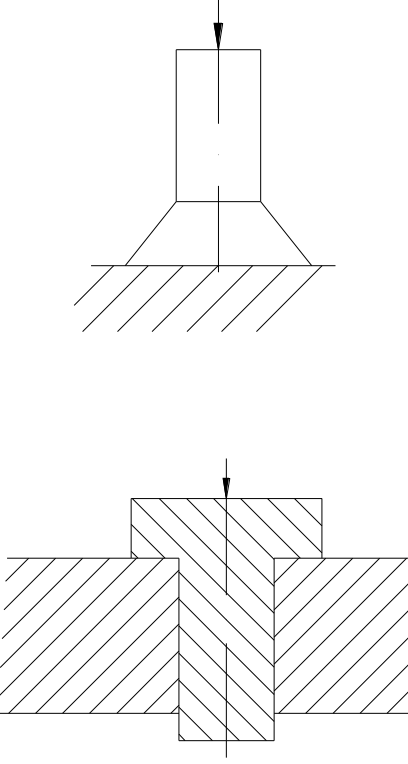
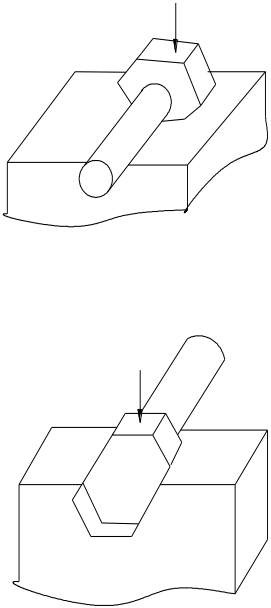
Осадить нагретый конец заготовки Высадить головку болта в подкладном штампе		ГОЛОВКИ б) повернуть болт на 60^0 и отковать еще две плоскости в) повторить пункт б. Отковать окончательно головку в шестигранном обжиме Выправить стержень болта	
---	---	--	---

Таблица 3. Данные для выбора массы падающих частей ковочных молотов

Масса падающих частей молота, кг	Максимальное сечение заготовки – сторона квадрата или диаметр исходной заготовки, мм	
	осадка	вытяжка
100	50	90
200	70	120
300	85	140
400	100	160
500	115	180
750	135	200
1000	160	230
2000	225	280
3000	270	330
5000	350	400

Определение режима нагрева и охлаждения. Для нагрева поковок применяют пламенные и электрические (сопротивления и индукционные) печи.

В таблице 4 приведены температурные интервалыковки для ряда марок конструкционных углеродистых и легированных сталей.

Таблица 4. Температурные интервалыковки конструкционных углеродистых и легированных сталей

Марки стали	Интервал температурковки, °С
10, 15	1280 – 750
20, 25, 30, 35	1250 – 800
40 – 60, 15Г – 60Г	1200 – 800
40ХС, 25ХГС, 25ХГСА	1150 – 830
20Х, 30Х, 50Х, 30ХА	1200 – 800

Нагревать заготовку надо равномерно во избежание резкого перепада температур в наружных и внутренних ее слоях, что может привести к образованию трещин.

Нагрев до температур 800 – 850⁰С ведется медленно, а затем быстрее. Время нагревания заготовок τ , ч. в пламенных печах определяют по формуле проф. Доброхотова:

$$\tau = k \times D \times \sqrt{D}, \quad (5)$$

где D – диаметр круглой или сторона квадратной заготовки, м;

k – коэффициент, равный 10 для конструкционной углеродистой и низколегированной стали и 20 для высоколегированной и высокоуглеродистой стали.

В формулу времени нагрева вводят также поправочные коэффициенты, зависящие от длины заготовки L_3 , и ее диаметра D .

Например, при $L_3: D > 3$ $K=1$, при $L_3: D=2$ $K=0.98$, при $L_3: D=1$ $K=0.71$.

Охлаждение поковок послековки должно быть равномерным и не очень быстрым, так как иначе возможно образование трещин.

Нельзя ставить поковки на чугунные плиты, а так же оставлять на сквозняке. Поковки охлаждают (в зависимости от марки стали и размеров) на воздухе, в ящиках или колодцах на воздухе, или в засыпке сухим песком вместе с печью.

Поковки мало- и среднеуглеродистых, некоторых легированных сталей (15Х-45Х, 25Н, 30Н) охлаждают на воздухе. Поковки размером до 100 мм из высокоуглеродистых сталей (У7-У10) и некоторых легированных сталей

охлаждают на воздухе, при размерах 100 – 200 мм в штабелях на воздухе, при размерах 200 – 300 мм в колодце на воздухе.

Термообработка поковок применяется для устранения в них крупнозернистого строения, наклепа, внутренних напряжений и подготовки их к механической обработке.

Для этой цели поковки в ряде случаев подвергают отжигу или нормализации.

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в Приложении 1. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

Указания по порядку выполнения работы

1. По чертежу детали (вал, зубчатое колесо и др.) разработать чертеж поковки.
2. Рассчитать размеры и массу заготовки для поковки.
3. Назначить кузнечные переходы.
4. Выбрать оборудование.
5. Определить режим нагрева и охлаждения. При необходимости определить термообработку.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Теоретические сведения.
3. Описание процесса проектирования поковки.
4. Расчетные формулы, расчет и схемы кузнечных переходов и их выполнение.

5. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под поковкой?
2. С какой массой изготавливаются поковки?
3. Какие поковки относятся к тяжелым, мелким, средним?
4. Что служит исходными заготовками для поковки?
5. Этапы разработки технологического процесса.
6. Назначение кузнечных переходов.
7. Как определяется режим нагрева под ковку?
8. Что понимается под припуском, напуском, допуском поковки?
9. На каком оборудовании ведется ковка?
10. Чему равны дополнительные припуски на несоосность?
11. Как определяется масса поковки?
12. Как определяется масса исходной заготовки?
13. Как определяется площадь поперечного сечения исходной заготовки?
14. Чему должна равняться высота исходной заготовки предназначенной для операции осадки?
15. Как определяется длина исходной заготовки?
16. Как рассчитываются объемы исходной заготовки сложной конструкции?
17. Что предпринимается при изготовлении поковки для устранения ее дендритного строения?
18. Пример расчленения кузнечной операции на переходы.
19. По каким основным параметрам выбирается ковочное оборудование?
20. В каких нагревательных устройствах осуществляется нагрев исходных заготовок?
21. Чему равно время нагрева заготовок?
22. Чему равен коэффициент «к» в формуле Доброхотова?
23. С какой скоростью необходимо нагревать и охлаждать заготовки?

24. Для чего применяется термообработка поковок?

25. С какой скоростью ведется нагрев заготовок до 850⁰С и выше этой температуры?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69

2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34

2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ,

2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Лабораторная работа 10

Штамповка

Цель работы

Ознакомиться с теоретическими основами обработки давлением и исследовать влияние свойств металлов на усилие при деформации давлением.

Формируемые компетенции

ИД-1_{ОПК-1} Выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий;

ИД-2_{ОПК-1} Разрабатывает технологическую схему обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов.

ИД-1_{ОПК-5} Понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки;

ИД-2_{ОПК-5} Оценивает состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей;

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств;

ИД-2_{ОПК-9} Участвует в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

Теоретическое обоснование

Обработка давлением – технологический процесс изготовления деталей и заготовок пластическим деформированием в холодном или горячем состоянии. При этом исходный материал изменяет форму, размеры и физико-механические свойства. При обработке давлением, под действием внешних сил в металле происходит сначала упругая (обратимая), а затем пластическая (необратимая) деформации. Пластическая деформация происходит за счёт меж- и внутрикристаллитной деформации в материалах, обладающих свойством пластичности

Пластичность – свойство материалов необратимо изменять под действием внешних сил форму и размеры с изменением структуры и механических свойств без нарушения целостности.

Пластическая деформация в холодном состоянии сопровождается искажением кристаллической решетки, появлением в металле остаточных напряжений, что ведёт к увеличению прочности и твердости, снижению пластичности и изменению физических свойств деформируемого металла. Совокупность этих изменений называется *упрочнением* или *наклепом*. При горячей деформации, упрочнение полученное металлом в процессе деформации, полностью снимается рекристаллизацией, т. е. ростом в металле новых равновесных зерен с неискаженной кристаллической решеткой взамен деформированных.

В связи с тем, что вдоль волокон прочность металла выше, чем поперек, обработку давлением следует вести, так чтобы направление волокон совпадало с направлением максимальных напряжений, возникающих в детали при ее эксплуатации.

Так, например прочность стальных деталей полученных обработкой давлением на 15 – 20% выше по сравнению с литыми.

Сопротивление деформированию и пластичность

Зависят от химического состава и условий деформирования – температуры, степени и скорости деформирования и т. д. По химическому составу вредные примеси (сера, фосфор) и углерод снижают пластичность, увеличивают сопротивление; никель, вольфрам и др. увеличивают сопротивление при высоких температурах и т. д. С повышением температуры – пластичность увеличивается, сопротивление деформирования уменьшается, увеличение степени и скорости деформирования увеличивает сопротивление, уменьшает пластичность металла. Металлы с мелкозернистой однородной структурой обладают более высокими механическими свойствами, чем с крупнозернистой.

Способы обработки давлением

В зависимости от формы и размеров деталей, массовости их производства применяют виды обработки давлением: прокатка, волочение, прессование, ковка, штамповка (объемная и листовая).

- ПРОКАТКА – деформация металла между вращающимися валиками.
- ВОЛОЧЕНИЕ – протягивание заготовки через отверстие в волоке.
- ПРЕССОВАНИЕ – выдавливание металла из контейнера через отверстие в матрице.
- КОВКА – деформирование заготовки между бойками.
- ШТАМПОВКА – деформирование заготовки специализированным инструментом (штампом). Штамповка делится на объемную и листовую.

Исследование влияния свойств металла на усилие деформирования

Влияние свойств стали на усилие деформирования рассмотрим на примере листовой штамповки по данным вариантов таблицы 1 при изготовлении шайб из листовой стали.

Операции листовой штамповки

Листовой материал штампуют за одну или несколько последовательных

операций. Операции делятся на разделительные и формоизменяющие, выполняются они штампом состоящим из матрицы и пуансона.

Разделительные – отрезка, вырубка, пробивка, надрезка, обрезка, зачистка, просечка.

Для отрезки (резки) обычно применяют ножницы (с параллельными режущими кромками, гильотиновые, дисковые).

Для вырубки, применяют пресс, молот и др.

Формоизменяющие – гибка и закатка края, вытяжка, правка, отбортовка, обжим и раздача, формовка рельефная.

Оборудование – пресс, молот и др.

Оборудование и материалы

1. Пресс гидравлический.
2. Деформирующий инструмент.
3. Образцы.

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в Приложении 1. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

Указания по порядку выполнения работы

Студент получает задание – вариант, согласно таблицы 1 и схемы раскроя листа и полосы (рисунок 1) и выполняет работу по приведенному плану 1,2 и т. д. до 14.

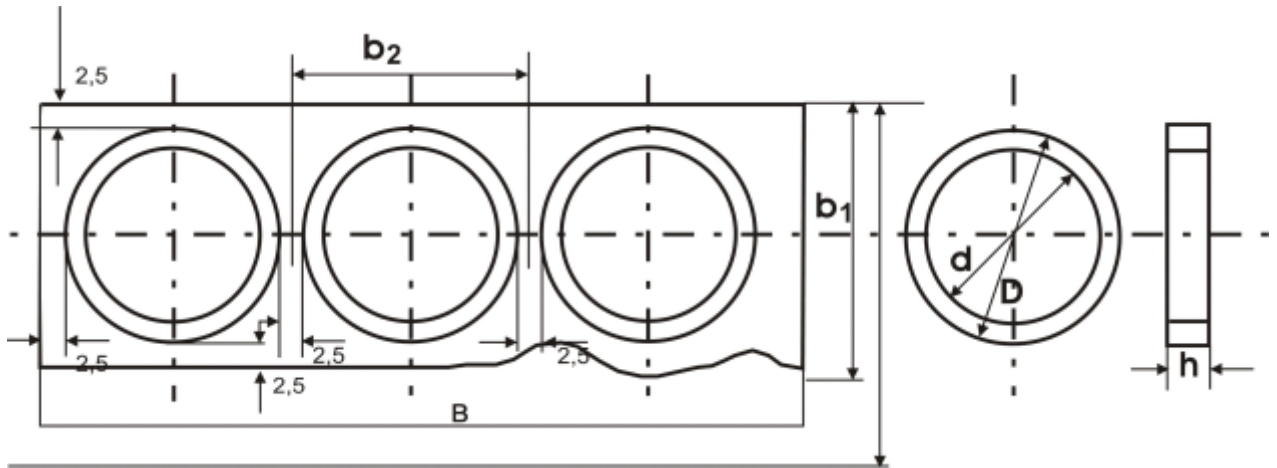


Рисунок 1. Схема раскроя листа и вырубki шайбы листовой штамповкой

1. Рассчитать оптимальный размер заготовки:

$$b1 = D + 5 \quad (\text{мм}). \quad (1)$$

2. Рассчитать количество заготовок из листа:

$$n_3 = \frac{L}{b_1} \quad (\text{шт.}). \quad (2)$$

3. Рассчитать количество деталей из заготовки:

$$n_{\partial 3} = \frac{B}{b_2} \quad (\text{шт.}), \quad b_2 = D + 2.5 \quad (\text{мм}). \quad (3)$$

4. Рассчитать количество деталей из листа:

$$N = n_3 \cdot n_{\partial 3}. \quad (4)$$

5. Определить массу листа:

$$P_A = v_n \cdot \rho \quad (\text{кг}), \quad (5)$$

где v_n – объем листа

ρ – плотность стали = 7,85 г/см³.

6. Определить расход материала на одну деталь:

$$P_{\partial} = v_3 \cdot \rho \quad (\text{г}), \quad (6)$$

где v_3 – объем заготовки.

7. Определить чистую массу детали:

$$P = v_{ш} \cdot \rho \quad (\text{г}), \quad (7)$$

где $v_{ш}$ – объем шайбы:

$$v_{ш} = (\pi R^2 - \pi r^2) h \quad (\text{см}^3),$$

h – толщина шайбы.

8. Определить операции изготовления шайб из листа и порядок их выполнения.

9. Выбрать оборудование по необходимому усилию.

9.1 Усилие реза определяется по формуле:

а) для ножниц с параллельными режущими кромками;

б) для гильотиновых (с наклонными ножами);

$$\begin{array}{ll} \text{а) } P = K \cdot F_o \cdot \tau_{cp} \text{ (кГ)} & \text{б) } P = K \cdot \frac{0,5h^2 \tau_{cp}}{\operatorname{tg} \varphi} \end{array} \quad (8)$$

где F_o – площадь среза в мм^2 ;

τ_{cp} – сопротивление срезу в кГ/мм^2 (МН/м^2);

h – толщина листа, мм;

K – коэффициент факторов производственных условий (зазор, смазка и т. д.), $K = 1,0 - 1,3$;

φ – угол скоса верхнего ножа, в град $\varphi = 6^\circ$, $\operatorname{tg} 6^\circ = 0.105$.

9.2 Усилие вырубки и пробивки /при параллельных плоских рабочих торцах пунсона и матрицы:

$$P = KL \cdot h \cdot \tau_{cp} \text{ (кГ, Н)}, \quad (9)$$

где L – периметр изделия, для круглого контура ($L = \pi(D+d)$);

D – диаметр вырубки (D – наружный, d – внутренний).

10. Выбрать инструмент (штампа) и оборудование (пресс), обосновать, их выбор, исходя из расчётных данных.

11. Изучить штампы и пресс и настроить их.

12. Произвести вырубку шайб. Результаты опыта занести в тетрадь с указанием материала и усилий.

13. Заполнить технологическую карту (Приложение – форма 23) по данным расчёта.

14. Сделать вывод о влиянии химического состава и прочности металла на усилие деформации при этом сделать сравнение расчётных и опытных данных.

Таблица 1. Варианты заданий

Вариант №	Материал (сталь)	Содержание углерода, %	Предел прочности (кГ/мм ²)	Диаметр шайбы, мм	Размеры листа $h*B*L$, мм
1	2	3	4	5	6
1	Ст1	0,1	40	35/20	3 x 1000 x 1500
2	Ст2	0,2	42	40/25	3 x 1200 x 1600
3	Ст3	0,3	47	45/30	3 x 1300 x 1800
4	Ст4	0,4	52	50/35	3 x 1400 x 1900
5	Ст5	0,5	62	55/40	3 x 1500 x 2000
6	Ст6	0,6	72	60/45	3 x 1600 x 2200
7	Сталь 15	0,15	38	40/10	2 x 1100 x 1500
8	Сталь 25	0,25	46	45/15	2 x 1200 x 1600
9	Сталь 35	0,35	54	50/25	2 x 1400 x 1800
10	Сталь 45	0,45	61	55/20	2 x 1600 x 2000
11	Сталь 55	0,55	66	60/35	2 x 1500 x 2200
12	Сталь 65	0,65	71	60/30	2 x 1300 x 2400
13	Сталь 75	0,75	73	60/40	2 x 1500 x 2500

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Наименование и цель работы, теоретическое обоснование.
2. Расчетные данные по одному из вариантов задания.
3. Оформленную технологическую карту листовой штамповки.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под обработкой давлением?
2. Какие бывают деформации при обработке давлением?
3. Сущность пластической деформации.
4. Что такое пластичность?
5. Как влияет холодная пластическая деформация на механические свойства стали?
6. Что понимается под наклепом? Полезное или вредное – это явление?
7. Как устранить наклеп?
8. От чего зависит сопротивление пластическому деформированию?
9. Как влияют вредные примеси на пластичность?
10. Как влияет температура нагрева на пластичность?

11. Перечислить и дать краткую характеристику основным способам обработки давлением.
12. Как рассчитать оптимальный размер заготовки?
13. Как рассчитать количество деталей из заготовок?
14. Как определить массу листа?
15. Как определить расход материала на одну деталь?
16. Как определяется чистая масса одной детали?
17. Операция изготовления шайбы из листовой заготовки.
18. По каким параметрам выбирается оборудование для штамповки?
19. Как определить усилие реза заготовки?
20. Определить усилие вырубки и пробивки.
21. Что понимается под штампом? Устройство штампа.
22. Краткая характеристика устройства прессы.
23. Как влияет химический состав на усилие деформации?
24. Как влияет прочность металла на усилие деформации?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69
2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34

2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Лабораторная работа 11

Изучение методов и режимов резания при обработке на токарном станке

Цель работы

Изучение основ токарной обработки. Изучение методов и режимов резания. Изучение оборудования и режущего инструмента. Изучение приемов

работы на токарном станке. Привитие навыков работы студентам на токарном станке.

Формируемые компетенции

ИД-1_{ОПК-1} Выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий;

ИД-2_{ОПК-1} Разрабатывает технологическую схему обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов.

ИД-1_{ОПК-5} Понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки;

ИД-2_{ОПК-5} Оценивает состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей;

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств;

ИД-2_{ОПК-9} Участвует в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

Теоретическое обоснование

Наиболее распространенным видом обработки металлов резанием является токарная обработка, для чего создано большое количество станков, которые делятся на девять типов: одношпиндельные и многошпиндельные автоматы и полуавтоматы револьверные, сверлильноотрезные, карусельные, токарные лобовые, многорезцовые, специализированные, разные токарные. На станках токарной группы производится обработка заготовок, имеющих преимущественно форму тел вращения, обрабатываются наружные и внутренние, цилиндрические, конические, фасонные, сферические и винтовые поверхности, торцевые плоскости, нарезаются резьбы и др. Основной режущий инструмент – резцы, применяют для различных операций также сверла,

зенкеры, развертки, метчики, плашки, накатки и др. Основные элементы режима резания при обработке на токарных станках: скорость (V), продольная подача (S), глубина резания (t) и машинное время (T_m).

Оборудование и материалы

1. Токарно-винторезный станок 1А616П.
2. Режущий и мерительный инструмент.
3. Металлические заготовки (образцы, плакаты устройства и кинематической схемы станка, и видов работ, приспособления к станку).

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в Приложении 1. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

Указания по порядку выполнения работы

1. Изучить конструкцию и управление токарно-винторезным станком 1А616П, который имеет характеристику.

Основные узлы: станина, коробка скоростей, передняя бабка, коробка передач, суппорт, гитара сменных шестерен, задняя бабка, охлаждение, электрооборудования.

Органы управления: рукоятки-управления коробки скоростей, величины подачи и шаги резьбы;

- кнопка переключения ходового валика и ходового винта;
- рукоятки установки нормального и увеличенного шага нарезаемой резьбы, изменение направления подач, включения перебора, поперечной подачи суппорта, поворота и крепления резцовой головки;
- винт крепления резцовой головки к станине;

- рукоятки-подачи верхней части суппорта, крепления пиноли задней бабки;
- винт поперечного смещения задней бабки;
- винты натяжения ремней передней бабки, электродвигателя;
- рукоятки включения насоса охлаждения, электрооборудования станка в сеть местного освещения, пуска станка и реверсирования шпинделя, гайки ходового винта, поперечной подачи суппорта, продольной подачи суппорта;
- кнопка включения реечной шестерни из рейки при резании резьбы;
- маховичок ручного перемещения каретки;
- рукоятка отвода резца.

Основные технические данные станка:

- высота центров, мм, $BC=165$;
- расстояние между центрами, мм, $L=710$;
- пределы скоростей прямого и обратного вращения, об/мин (21 диапазон: 9; 11; 2; 18; 28; 45; 56; 71; 90; 112; 140; 180; 224; 280; 355; 450; 500; 710; 900; 1120; 1140; 1800);
- пределы продольных и поперечных подач, мм/об, $S=0,037-0,52$;
- мощность электродвигателя (главного движения), кВт, $N_3=4$;
- число оборотов электродвигателя $n_3=1450$ об/мин (см. станок 1А616П, схемы и плакаты к нему).

Токарные резцы подразделяют по назначению, материалу рабочей части, форме головки и направлению подачи, конструкций, сечению тела резца (стержня) и т.д.

- по назначению — проходные, подрезные, отрезные, расточные, галтельные, фасонные и резьбовые;
- по материалу — из быстрорежущих сталей, твердых сплавов и металлокерамики;
- по форме головки и направлению подачи проходные резцы делятся на правые (подачи справа налево) и левые (слева направо, т.е. от передней бабки к

задней) – по форме головки отогнутые вправо или влево, изогнутые вверх или вниз и отогнутые;

- по конструкции – цельные, с приваренной встык головкой, припаянной твердосплавной пластинкой и с механическим креплением режущих пластинок по сечению стержня – прямоугольные, квадратные, круглые.

Выполнить работу по обработке цилиндрических деталей (валика) в следующей последовательности:

Определить оптимальные режимы резания (обороты) шпинделя, скорость резания, подачи, глубину резания, силу резания и мощность), используя варианты задания.

Определить расчетное число оборотов (n_p),

$$n_{\phi} = \frac{1000 \cdot V_3}{\pi \cdot D}, \quad (1)$$

где D – диаметр заготовки, мм;

V_3 – заданная скорость резания» м/мин.

Принять для точения ближайшее к расчетному имеющееся у станка число оборотов шпинделя.

Если ближайшее число оборотов превышает более чем на 10 % число оборотов шпинделя станка, оно выбирается в меньшую сторону.

Определить фактическую скорость резания при выбранном числе оборотов шпинделя станка:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000}, \text{ м / мин} \quad (2)$$

Принять ближайшую к заданной подачу (продольную).

Определить глубину резания на один проход:

$$t = \frac{D - d}{2m}, \text{ мм} \quad (3)$$

где D, d – диаметр заготовки до и после обработки, мм;

m – число проходов.

Определить силу резания для определения коэффициента загрузки станка

$$P_z = C_{pz} \cdot t^{X_{Pz}} \cdot S^{Y_{Pz}}, \text{кГ} \quad (4)$$

где C_{pz} – коэффициент, учитывающий состав обрабатываемого материала и режущий инструмент (для конструкционной стали – 150, чугуна – 114);

X_{pz}, Y_{pz} – показатели степеней, при обработке стали $X_p=1$;

$y_p=0,7$. чугуна 1 и 0,8.

Определить мощность резания:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V_\phi}{60 \cdot 102}, \text{кВт} \quad (5)$$

Определить мощность (потребную) электродвигателя:

$$N_{\text{э.д}} = \frac{N_p}{\eta}, \text{кВт}, \quad (6)$$

где $\eta=0,85$ – коэффициент полезного действия станка.

Определить коэффициент загрузки станка (электродвигателя):

$$K = \frac{N_{\text{э.д}}}{N_{\text{см}}}, \text{кВт}. \quad (7)$$

Если $K=1$ или $K>1$, необходимо уменьшить число оборотов, глубину резания или подачу и вновь произвести расчет.

Таблица 1. Варианты задания

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9
режимы									
V_z , м/мин	20	22	24	25	26	25	24	22	20
D , мм	16	17	18	19	20	19	18	17	16
d , мм	10	10	11	12	13	14	13	12	11
S , мм/об	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,26	0,24	0,22	0,20
m , раз	5	5	6	7	6	5	6	7	6

Примечание: без инструктажа учебного мастера и показа им приёмов работы станок не включать!

Проделать на холостом ходу станка включения вращения шпинделя и подачи станка (вручную и автоматически).

Настроить станок на заданный режим и выполнить работу по точению, для чего:

- закрепить заготовку в патроне (и если надо в задней бабке);
- подвести резец к месту обработки заготовки;
- включить станок;
- выполнить работу, сдать учебному мастеру, сдать инструмент, убрать станок и рабочее место;
- составить отчет о проделанной работе.

Работа по точению конических поверхностей. Изучить способы точения конических поверхностей на токарно-винторезном станке: широким резцом, поворотом верхней каретки, суппорта, смещением корпуса задней бабки, копировальной конусной линейки.

Широким резцом – режущая кромка резца имеет уклон в основной плоскости, соответствующей конусности детали. Длина детали – 80 мм.

Поворотом – верхней каретки суппорта на угол α :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l}, \quad (8)$$

где α – угол конуса;

D, d – большой и малый диаметры конуса, мм;

l – высота конической поверхности, мм.

Точение ведется при ручной подаче. Длина конуса ограничена величиной хода верхней каретки.

Смещением задней бабки в поперечном направлении:

$$h = \frac{D-d}{2(L \cdot l)}, \quad (9)$$

где h – величина смещения, мм;

L – полная длина обрабатываемой заготовки, мм ($L \approx 1,5l$).

Обтачивают с механической продольной подачей резца длинные конические поверхности с небольшим углом конуса при вершине ($2\alpha \leq 8^\circ$).

С копировальной конусной линейкой обтачивают длинные конические поверхности с углом при вершине конуса до $30\text{--}40^\circ$. Угол поворота направляющей конусной линейки (см. станки 1А616П и плакаты):

$$\alpha = \arctg \frac{D-d}{2l}. \quad (10)$$

Определить угол конуса при обработке поворотом верхней каретки суппорта по заданному варианту.

Таблица 2. Варианты задания

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8
режимы								
D, мм	26	28	28	26	29	28	26	26
d, мм	20	22	23	22	23	21	20	18
ℓ, мм	34	30	34	35	36	38	39	40

Таблица 3. Значения тригонометрических функций

Угол α функции	3°	3°30′	4°	4°30′	5°	5°30′	6°
tg α	0,0524	0,0612	0,0699	0,0787	0,0875	0,0963	0,1051

Примечание: цена одного деления шкалы поворота поверхности каретки суппорта (станка 1А616П), град – 1° .

Внимание! Без инструктажа учебного мастера и показа приемов работы станок не включать!

Настроить станок на заданный режим (цикл) и выполнить работу по течению конуса, для чего:

- закрепить заготовку в патроне;
- повернуть верхнюю каретку суппорта на заданный угол;
- подвести резец к месту обработки заготовки;
- включить станок;

- выполнить работу ручной подачей;
- отвести резец и включить станок;
- выполненную работу сдать учебному мастеру, сдать инструмент, убрать станок и рабочее место.

Составить отчет о проделанной работе по точению конуса.

Выполнить работу по нарезанию резьбы резцом.

Изучить способы нарезания резьбы на станке и органы управления для этого.

На токарно-винторезном станке 6А616П можно нарезать резьбу метчиком и резцом или плашкой.

Коробка подач станка с помощью ходового винта позволяет нагревать метрические резьбы при настройке гитары 25/60 со следующими величинами подач (шага резьбы): 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5.

Рассчитать элементы заданного режима резания одного прохода из вариантов.

Определить скорость резания для нарезания резьбы и сравнить с допустимой:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \leq 30, \text{ м / мин} \quad (11)$$

Определить высоту профиля резьбы:

$$H = 0,65S, \text{ мм} \quad (12)$$

где S – шаг резьбы (подача).

Определить глубину резания черновых проходов:

$$t = \frac{h}{m} = \frac{D - d}{2m}, \text{ мм} \quad (13)$$

где D, d – наружный и внутренний диаметр резьбы, мм;

m – число черновых проходов.

С увеличением номера прохода глубину резания уменьшают.

Таблица 4. Варианты задания

Варианты	1	2	3	4	5	6	7
наименования							
значения резьбы, М	M20x2	M20x2,5	M20x3	M20x2	M20x2,5	M20x3	M20x2
П _{шп} , об/мин	224	180	140	140	112	90	180
т, раз	2	3	4	2	3	4	2
число чистовых проходов	2	2	2	2	2	2	2

Примечание: длина нарезания 30-40 мм.

Внимание! Без инструктажа учебного мастера и показа им приёмов работы станок не включать!

Настроить станок на заданный режим и выполнить работу по нарезанию резьбы, для чего:

- закрепить заготовку в патроне;
- обточить до заданного диаметра (наружный диаметр резьбы);
- настроить станок для нарезания резьбы по заданным режимам;
- выполнить работу по нарезанию резьбы резцом;
- выполненную работу сдать учебному мастеру, сдать инструмент, убрать рабочее место.

Составить отчет о проделанной работе по нарезанию резьб.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткое содержание основ обработки на токарных станках.
3. Основная характеристика станка, виды резцов и их назначение.
4. Расчет режимов при точении валика (цилиндрической заготовки).
5. Способы точения конусов и расчет режимов.
6. Способы нарезания резьбы и расчет режимов.
7. Выводы о проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Сколько существует групп металлорежущих станков и какие?

2. Сколько существует типов и каковы станки токарной группы?
3. Какие виды работ выполняются на станках токарной группы?
4. Режущий инструмент, применяемый при обработке на токарных станках.
5. Основные режимы резания при обработке на токарных станках.
6. Основное устройство станка 6А616П.
7. Органы управления станка и их назначение.
8. Назначение коробок скоростей и подач.
9. Назначение и устройство суппорта.
10. Как установить на станке заданные обороты шпинделя?
11. Как установить продольную и поперечную (глубину резания) подачи?
12. Как определить обороты шпинделя по заданной скорости?
13. Как определить глубину резания за один проход?
14. Сила резания и влияние на нее режимов резания (формула).
15. Приложение сил резания к режущей части резца (схема сил).
16. Формула скорости резания в зависимости от диаметра обработки.
17. Влияние режимов резания (глубина и подачи) на скорость резания (формула).
18. Что определяет высота центров?
19. Что определяет расстояние между центрами?
20. Назначение кинематической схемы станка.
21. Способы и режимы точения конусов и как настроить станок на точение конуса?
22. Органы управления для нарезания резьбы.
23. Какой инструмент применяется для нарезания резьбы на токарном станке?
24. Назначение патрона токарного станка.
25. При какой длине заготовки работают с патроном, с задним центром и с люнетом?
26. Техника безопасности при работе на токарном станке.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69
2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34
2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92
3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru

2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Лабораторная работа 12

Изучение методов и режимов резания при обработке на сверлильном станке

Цель работы

Изучение методов и режимов резания при обработке заготовок на сверлильном станке. Изучение устройства станка, режущего инструмента и приемов работы на станке.

Формируемые компетенции

ИД-1_{ОПК-1} Выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий;

ИД-2_{ОПК-1} Разрабатывает технологическую схему обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов.

ИД-1_{ОПК-5} Понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки;

ИД-2_{ОПК-5} Оценивает состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей;

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств;

ИД-2_{ОПК-9} Участвует в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

Теоретическое обоснование

Сверление – технологический метод изготовления и обработки отверстий режущим инструментом (сверлами, зенкерами, развёртками). Сверление применяют для получения отверстий заданного размера и качества. Местоположение отверстия обеспечивается разметкой или сверлением по кондуктору (приспособление, снабженное сверлильными плитами с отверстиями, для точного направления инструмента). Применение кондуктора необходимо при развёртывании изношенных отверстий при массовом производстве деталей. Сверление – наиболее распространенный способ получения сквозных или глухих отверстий в обрабатываемой заготовке, на специальных сверлильных станках или вручную, дрелью (ручной, электрической).

Сверление осуществляется при сочетании вращения инструмента вокруг оси – главного движения и поступательного его движения вдоль оси – движения подачи.

Для изготовления отверстий в сплошном материале пользуются сверлами. Для чистовой обработки отверстий и при незначительных увеличениях диаметров обрабатываемых отверстий применяют зенкеры и развёртки.

Вертикально – сверлильный станок модели 2Н125 состоит из следующих основных узлов: фундаментной плиты, стола, колонны, коробки скоростей и подач, сверлильной головки, электродвигателя, шпинделя, насоса, органов управления. Коробка обеспечивает двенадцать чисел оборотов: 45, 63, 125, 90, 180, 250, 355, 500, 710, 1000, 1400, 2000 об/мин и коробке подач на девять подач: 0,11; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6 мм/об.

Органы управления станка: рукоятки переключения скоростей (оборотов) и подач;

- кнопки включения ручкой подачи левого и правого вращения шпинделя;
- кнопка «Стоп»;
- штурвал сверлильной головки;

- рычаг отключения механической подачи при достижении заданной глубины обработки;
- кулачки настройки глубины обработки и нарезанной резьбы;
- рычаг автоматического реверсирования главного привода при достижении заданной глубины нарезания резьбы;
- рукоятки зажима стола, перемещения стола и сверлильной головки;
- лимб для отсчета глубины обработки;
- выключатели: вводной, освещения и насоса охлаждения, кран включения охлаждения;
- болты регулировки клина стола и клина сверлильной головки.

Для крепления детали (заготовки) на столе станка имеются три Т - образных паза для болтов (крепление детали, дисков, прижимов).

Мощность установленного двигателя – 2,2 кВт (на станке 2Н125).

Определить режимы резания, потребную мощность двигателя и машинное время (по заданному варианту таблица 6.1) в следующей последовательности:

Определяем расчетное число оборотов шпинделя станка

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_3}{\pi \cdot D}, \text{об/мин} \quad (1)$$

где V_3 – заданная скорость резания, м/мин (таблица 1);

D – диаметр сверла, мм.

Наиболее часто применяются спиральные сверла диаметром от 0,25–80 мм. Режущая часть их состоит из двух зубьев, образованных двумя канавками, служащими для отвода стружки. Кроме этих сверл применяются еще перовые (стержень с оттянутой на конце лопаткой), центровые и специальные сверла.

Зенкеры и развертки представляют собой многолезвийные инструменты (с большим числом зубьев и канавок, чем у сверл). Они могут быть цилиндрическими, коническими, торцевыми.

Сверла, зенкеры и развертки изготавливаются в основном из быстрорежущей инструментальной стали Р18 (среднее содержание вольфрама 18 %), иногда оснащаются пластинками из твердых металлокерамических сплавов марок Т15К6, ВК8 и т.д.

Режущий инструмент (сверла, зенкеры, развертки) состоит из режущей и рабочей частей, шейки и хвостовика.

Для нарезания резьбы в отверстиях применяют метчики (см. макет «Режущий инструмент для отверстий»).

Основным оборудованием для изготовления и обработки отверстий являются станки, на которых выполняют сверление, нарезание резьб в отверстиях, цекование бобышек (у отверстий).

Типы сверлильных станков используются в зависимости от характера работ:

- вертикально-сверлильные станки – для обработки отверстий диаметром от 1–80 мм. Для сверления отверстий до 12 мм – настольные станки (НС12 и др.), до 80 мм – станки напольные (2118, 2125, 2135 и так далее);
- радиально-сверлильные (255, 257 и др.) – для сверления тяжелых деталей. Они позволяют сверлить отверстия в разных местах деталей без их перестановки, посредством перемещения шпиндельной головки по направляющим (по горизонтали, вертикали, окружности);
- многошпиндельные – для сверления отверстий в деталях массового и серийного производства;
- центровочные – для центровки заготовок.

Оборудование и материалы

1. Сверлильный станок 2Н125.
2. Режущий и мерительный инструмент.
3. Образцы заготовок.
4. Кинематическая схема станка.

5. Плакаты.

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в Приложении 1. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

Указания по порядку выполнения работы

1. Пользуясь станком, его кинематической схемой и плакатами, изучить конструкцию станка, управление им и способы крепления заготовок на нем.

2. Принимаем ближайшее к расчетному число оборотов шпинделя, имеющихся у станка.

3. Если ближайшее число оборотов превышает расчетное более чем на 10 %, число оборотов выбирается в меньшую сторону.

4. Определяем фактическую скорость резания при выбранном числе оборотов шпинделя станка

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\phi} \cdot n_{cm}}{1000}, \text{ м / мин.} \quad (2)$$

5. Принимаем ближайшую к данной (таблица 6.1) подачу, имеющуюся у станка.

6. Определяем мощность двигателя (N_{δ}), мощность резания (N_p), крутящий момент (M_k)

$$N_{\delta} = \frac{N_p}{\eta_{cm}}, \text{ кВт,} \quad (3)$$

$$N_p = \frac{M_k \cdot n_{cm}}{60 \cdot 1000}, \text{ кВт,} \quad (4)$$

$$M_k = C_m \cdot D^{X_m} \cdot S^{Y_m} \cdot K_p, \quad (5)$$

где $\eta_{cm}=0,8-0,9$ – к.п.д. передач и механизмов станка;

N_p – мощность, затраченная на резание при сверлении;

M_k – крутящий момент, Н·м;

C_m – постоянный коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала и условий резания (при обработке сталей $C_m=33,8$) серый чугун – 23,3;

$X_m=1,9$; $Y_m=0,8$ – показатели степеней;

K_p – поправочный коэффициент на изменение условий резания (~ 1)

(C_m, X_m, Y_m, K_p – берутся по справочнику в зависимости от материала инструмента обработки и условий резания).

2. Определяем машинное время, потребное для сверления (T_m)

$$T_m = \frac{L}{n_{cm} \cdot S_{cm}} = \frac{l_o + l_1 + l_2}{n_{cm} \cdot S_{cm}}, \quad (6)$$

где L – рабочий ход сверла, мм;

l_o – глубина сверления, мм;

l_1+l_2 – врезание и перебеги сверла, мм.

Таблица 1. Варианты задания (сверло спиральное, быстрорежущие стали)

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
режимы													
V_3 , м/мин	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5
D , мм	5	6	7	8	9	10	9	8	7	6	5	6	7
S , мм/об	0,05	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2
l_0 , мм	10	11	12	13	14	15	15	14	13	12	11	10	11

Содержание отчета

1. Наименование.
2. Цель работы.
3. Описать (кратко) технологический метод сверления.
4. Основное устройство станка и инструмент.

5. Расчеты по режимам мощности и машинному времени.
6. Выводы о проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Сущность метода сверления.
2. Назначение сверления.
3. Применяемый режущий инструмент для изготовления и обработки отверстий.
4. Оборудование, применяемое при сверлении.
5. Виды движений при сверлении отверстий.
6. Виды сверл, применяемых для сверления.
7. Устройство сверла, зенкера и развертки.
8. Инструмент для нарезания резьбы на станке.
9. Размеры спиральных сверл (по диаметру).
10. Материалы, применяемые для сверлильного режущего инструмента.
11. Типы сверлильных станков и их маркировка.
12. Устройство сверлильного станка 2Н125.
13. Назначение механизмов управления станка 2Н125.
14. Что такое подача и глубина резания?
15. Что больше: мощность резания или мощность двигателя.
16. Как определить обороты по заданной скорости и диаметру?
17. Что такое машинное время?
18. Формула определения машинного времени.
19. Как настроить станок на заданные обороты и подачу?
20. Как включить автоматическую подачу шпинделя?
21. Как закрепить деталь на столе станка?
22. Техника безопасности при работе на станке.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69

2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34

2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru

2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Лабораторная работа 13

Изучение методов и режимов резания при обработке на фрезерном станке

Цель работы

Изучение основ фрезерной обработки, методов и режимов резания при фрезеровании, оборудования и инструмента, приемов работы на фрезерном станке.

Формируемые компетенции

ИД-1_{ОПК-1} Выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий;

ИД-2_{ОПК-1} Разрабатывает технологическую схему обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов.

ИД-1_{ОПК-5} Понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки;

ИД-2_{ОПК-5} Оценивает состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей;

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств;

ИД-2_{ОПК-9} Участвует в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

Теоретическое обоснование

Фрезерование – технологический метод обработки резанием многолезвийным вращающимся инструментом, называемым фрезой. Фрезерование происходит при одновременном вращательном движении фрезы – (главное движение) и поступательном движении обрабатываемой заготовки (движение подачи).

В зависимости от расположения зубьев фрезы, относительно движения обрабатываемой заготовки, различают встречное и попутное фрезерование. Встречное – направление вращения фрезы и движения заготовки (подачи) навстречу друг другу. При этом нагрузка на зуб фрезы возрастает постепенно и на выходе достигает максимального значения, толщина снимаемого слоя увеличивается от нуля до максимума. Попутное – направление вращения фрезы и подача заготовки в одном направлении. Зуб фрезы снимает сначала толстую стружку с максимальной нагрузкой на зуб, затем толщина стружки и нагрузка на зуб снижается до нуля. Это ухудшает условия работы фрезы, но обеспечивает более чистую обработанную поверхность.

Основные операции, выполняемые на фрезерных станках: фрезерование горизонтальных, вертикальных, наклонных плоскостей, фасонных и комбинированных поверхностей, пазов, канавок, зубчатых колес и резьб, шлицевых валков. При этом используются различные конструкции и типы фрез, различные приспособления для крепления заготовки (тиски, угольники, призмы, прихватки и др.).

Фрезерные станки разделяются на:

- горизонтально-фрезерные – с горизонтальным расположением шпинделя, продольной, поперечной и вертикальной подачами;
- универсально-фрезерные – стол может поворачиваться вокруг вертикальной оси, шпиндель горизонтальный;
- вертикально-фрезерные – шпиндель расположен вертикально;
- продольно-фрезерные – одно-, двух-, трех- и четырех шпиндельные горизонтального и вертикального расположения;

- специальные – шпоночно-, торце -, резьбо-, копировально- фрезерные. (см. фрезерный станок и плакаты).

Оборудование и материалы

1. Горизонтально-фрезерный станок 6Р82Г.
2. Режущий и мерительный инструмент.
3. Металлические заготовки (образцы).
4. Плакаты по устройству станка и инструмента.
5. Кинематические схемы станка и видов работ.
6. Делительная головка УДГ.
7. Приспособления к станку.

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в Приложении 1. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

Указания по порядку выполнения работы

1. Изучить конструкцию и управление горизонтально-фрезерным станком 6Р82Г.

Основные узлы: станина с коробкой скоростей, шпиндельный узел, хобот с подвеской, консоль с поперечными и продольными столами и коробкой подач, электродвигатели, коробки скоростей и насосы.

Органы управления: кнопочная пусковая панель; рычаги автоматической вертикальной, поперечной и продольной подач; маховичок ручной вертикальной, поперечной и продольной подач; лимбы оборотов шпинделя и продольной подачи.

Основные технические данные станка:

1. Размеры рабочей поверхности стола (длин X ширина) – 1250x320 мм.

2. Наибольшее перемещение стола:

продольное – 200 мм; поперечное – 420 мм.

3. Перемещение на 1 оборот лимба:

продольное – 3,5 мм; поперечное – 1,75 мм; вертикальное – 5,5 мм.

4. Перемещения на 1 деление лимба (продольное, поперечное, вертикальное) – 0,5 мм

5. Электродвигатели: главного движения, $N_g=7$ кВт, $n=1440$ об/мин;

привода подач $N_g=1,7$ кВт. $n=1420$ об/мин;

насоса (для жидкости) $N_g=0,125$ кВт;

$Q=22$ л/мин. $n=2800$ об/мин.

Число оборотов шпинделя в минуту (при прямом и обратном вращении – 18 ступеней и т.ч. 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600 об/мин).

Подача стола в мм/мин – 18 ступеней в т.ч. 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250 (см. станок 6Р82Г, схемы и плакаты).

2. Изучить режущий инструмент для фрезерования – фрезу.

Фреза – многолезвийный режущий инструмент для фрезерования, состоит из корпуса и зуба, цельной или сборной конструкция, прямыми и винтовыми зубьями.

По назначению видов обработки фрезы бывают: цилиндрические и торцевые, для плоских поверхностей, дисковые, концевые; угловые – для валов, канавок, шлицов; фасонные – для фасонных поверхностей; модульные – для нарезки зубьев колес (см. стенд «набор фрез», плакаты).

Определить оптимальные режимы резания: обороты шпинделя $n_{шт}$, скорость резания (V_p), подача в минуту (S_m) и на один зуб (S_z) по заданному варианту (таблица 1) в следующей последовательности:

Определить по заданной скорости резания (V_3) расчетное число оборотов фрезы (n_ϕ):

$$n_{\phi} = \frac{1000 \cdot V_3}{\pi \cdot D_{\phi}}, \quad (1)$$

где D_{ϕ} – диаметр фрезы, мм.

Выбрать ближайшее число оборотов шпинделя станка.

Таблица 1. Варианты задания

Варианты	1	2	3	4	5	6	7
режимы							
V_3 , м/мин	12	14	15	16	17	18	19
D_{ϕ} , мм	100	80	63	50	40	40	50
Z_{ϕ} , шт.	30	28	26	22	20	20	22
S_z , м/зуб	0,06	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,01
t , мм	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5	1,0	0,5

Если ближайшее число оборотов превышает расчетное более чем на 10 % число оборотов шпинделя станка, его выбирает в меньшую сторону.

Определить скорость резания (V_p) при выбранном числе оборотов шпинделя:

$$V_p = \frac{\pi \cdot D_{\phi} \cdot n_{\text{ум}}}{1000}, \text{ м / мин.} \quad (2)$$

Определить подачу в минуту (S_m) по заданной подаче на зуб:

$$S_m = S_o \cdot n_{\text{ум}} = S_z \cdot Z_{\phi} \cdot n_{\text{ум}}, \text{ мм / мин.} \quad (3)$$

где S_z – подача на зуб, мм;

S_o – подача на оборот, мм/об;

Z_{ϕ} – число зубьев фрезы.

Выбрать ближайшую продольную подачу стола в минуту.

Определять подачу на зуб фрезы (S_z) при выбранной продольной подаче стола:

$$S_z = \frac{S_{\text{м.см}}}{Z_{\phi} \cdot n_{\text{ум}}} n_{\text{ум}}, \text{ мм / зуб.} \quad (4)$$

Величина подачи S_z не должна быть больше 0,2 мм/зуб.

Глубину резания (t) – установить по варианту задания.

Примечание: Без инструктажа учебного мастера и показа им приемов работы станок не включать!

1. Прodelать на холостом ходу станка включения шпинделя, подач станка (вертикальной, поперечной и продольной) вручную и автоматической (по 2–3 раза).

2. Настроить станок на заданный режим и выполнять работу по фрезерованию заготовки, для чего:

- установить и закрепить заготовку на столе станка;
- подвести заготовку к фрезе местом обработки;
- установить режим резания;
- установить упоры продольного перемещения стола на длину обработки заготовки;
- включить станок (шпиндель и подачу);
- включить насос для подачи (в зону) смазывающей жидкости;
- выключить фрезерование поверхности сначала вручную (1–2 прохода), затем на автоматической подаче (1–2 прохода) на установленных режимах;
- выключить подачу и обороты шпинделя.
- по окончании работы снять заготовку, убрать станок и рабочее место, сдать инструмент и образцы учебному мастеру;
- изучить делительную головку УДГ Д-250.

Универсальная делительная головка УДГ Д-250 предназначена для выполнения различных фрезерных; расточных, сверлильных, разметочных и других работ на горизонтально-фрезерном стенке. Головка позволяет делить окружность на любое число частей до 400. Обработку можно производить в центрах, патроне на шпиндельной оправке и т.д. с помощью:

- непосредственного деления окружности на число, кратное 24;
- простого деления окружности на части от 2–400;
- дифференциального деления окружности на части от 43–400 без интервалов;
- фрезерование спирали с шагом от 25–2880 мм;

- деление окружности на части и т.д.

Делительная головка УДГ Д-250 состоит из корпуса, поворотного барабана, шпинделя с центром, задней бабки и люнета (опоры). Максимальный диаметр обработки—200 мм. Число отверстий на окружности делительного диска: 16; 17, 19, 21, 23, 29, 30, 31, 33, 37, 39, 41, 43, 47, 49, 54.

Цена деления лимба непосредственного деления — 15 град. Непосредственное деление окружности на число, кратное 24, т.е.— 2,3,4,6,8,12 и 24 производят по формуле:

$$П = 360 / \alpha, \quad \alpha = 360 / П, \quad (5)$$

где $П$ — число частей или граней;

α — угол поворота шпинделя.

Простое деление окружности на части от 2—400 проводится при неподвижном диске с помощью рукоятки с фиксатором. Величина поворота рукоятки ($П$) определяется по формуле:

$$П = \frac{N}{z} = \frac{40}{z}, \quad (6)$$

где $N=40$ — характеристика делительной головки;

z — число, на которое требуется разделить обрабатываемую деталь.

Если получится дробное число, то необходимо преобразовать так, чтобы знаменатель дроби был равен числу отверстий одной из окружностей на делительном диске.

Например: $z = 18$, число оборотов рукоятки будет:

$$П = \frac{40}{18} = 2 \cdot \left(\frac{2}{9} \right) = 2 \cdot \left(\frac{12}{54} \right). \quad (7)$$

Число 2 (12/54) показывает, что рукоятку надо повернуть на 2 полных оборота и 12 отверстий на окружности с числом отверстий 54.

Число оборотов рукоятки для деления на любое число частей от 2—43 от 43—400, можно воспользоваться соответствующими таблицами «Руководства по эксплуатации УДГ Д-250».

Составить отчет о проделанной работе.

Содержание отчета

1. Наименование и цель работы.
2. Теоретические основы фрезерной обработки.
3. Описание оборудования, инструмента и приспособления.
4. Определение оптимальных режимов резания.
5. Выводы о проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Сущность фрезерования.
2. Оборудование для фрезерования.
3. Виды фрез и их назначение.
4. Материалы для изготовления режущего инструмента.
5. Виды фрезерования.
6. Основные операции, выполняемые на фрезерных станках.
7. Основные узлы станка 6Р82Г.
8. Органы управления станка.
9. Наименования подач у станка.
10. Кинематическая схема станка.
11. Как установить обороты шпинделя станка?
12. Как установить вертикальную подачу?
13. Как установить поперечную подачу?
14. Как установить продольную подачу?
15. Что такое подача на зуб?
16. Как установить глубину резания?
17. Как включить автоматическую подачу?
18. Как закрепить заготовку на станке?
19. Назначение и устройство делительной головки.
20. Как крепится фреза на шпинделе?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69
2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34
2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92
3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Лабораторная работа 14**Изучение методов и режимов резания при обработке на
шлифовальном станке****Цель работы**

Изучение методов и режимов обработки заготовок на шлифовальных станках, устройства станка и режущего инструмента, приемов работы на плоскошлифовальном станке.

Формируемые компетенции

ИД-1_{ОПК-1} Выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий;

ИД-2_{ОПК-1} Разрабатывает технологическую схему обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов.

ИД-1_{ОПК-5} Понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки;

ИД-2_{ОПК-5} Оценивает состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей;

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств;

ИД-2_{ОПК-9} Участвует в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

Теоретическое обоснование

Шлифовальный станок 3Г71, шлифовальные круги, металлические заготовки (образцы), мерительный инструмент, плакаты устройства, кинематическая схема, виды работ на станке.

1. Шлифование как технологический метод обработки

Шлифование – технологически метод обработки материалов абразивным режущим инструментом с зёрнами, превышающими твердость обрабатываемой заготовки (детали). Шлифование обеспечивает получение деталей с точными размерами, высокой чистотой поверхности и правильной геометрической формой.

Наиболее распространенным режущим инструментом является шлифовальный круг. Круг для осуществления процессов резания должен совершать согласованные движения с заготовкой относительно друг друга.

Шлифовальные круги работают успешно на очень больших окружных скоростях: до 30 м/с, и более.

Движение резания характеризуется окружной скоростью шлифовального круга (V_k) и определяется по формуле:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}, \text{ м/с.}, \quad (1)$$

где D_k - диаметр шлифовального круга, мм

n_k - число оборотов круга в минуту,

1000- переводный коэффициент из мм в метры,

60 – переводной коэффициент из мин в с.

Круговая подача (S_k) характеризуется окружной скоростью заготовки (V_k) на наружный диаметр и определяется по формуле:

$$S_k = \frac{\pi \cdot D_z \cdot n_z}{1000}, \text{ м/мин.} \quad (2)$$

где d_3 - диаметр обрабатываемой заготовки, мм

n_3 - число оборотов в минуту.

Продольная подача ($S_{np.}$) характеризуется величиной прямолинейного движения заготовки относительно шлифовального круга и определяется в долях ширины за один оборот заготовки.

$$S_{np} = a \cdot v_k, \text{мм/об.} \quad (3)$$

Или может определяться как скорость перемещений стола с заготовкой ($V_{ст.}$) в единицу времени

$$S_{np}(V_{ст.}) = 2L \cdot n_{ст.}, \text{м/мин.}, \quad (4)$$

где v_k – ширина круга, мм

$a=(0,25-0,7)$ – доля ширины круга, участвующая в подаче, величина эта зависит от частоты и точности обработки,

L – длина хода стола, мм

$n_{ст.}$ – число двойных ходов стола в минуту.

Поперечная подача. При ширине заготовки больше ширины круга в конце каждого двойного хода необходимо дать поперечную подачу. Поперечная подача шлифовального круга определяется в долях ширины круга

$$S_n = a \cdot v_k, \text{мм/дв.х.} \quad (5)$$

Вертикальная подача (S_v) сообщается шлифовальному кругу для установки его на глубину резания.

Величина (a) определяется перемещением шлифовального круга в мм на один двойной ход (мм/дв.ход.) или на проход (мм/проход).

2. Типы шлифовальных станков и выполнение на них работы

На кругло шлифовальных станках обрабатываются наружные и внутренние поверхности, имеющие форму тел вращения, цилиндрические, конические, фасонные и торцевые плоскости. Станки подразделяются на кругло бесцентровые и внутришлифовальные.

На плоскошлифовальных станках обрабатываются горизонтальные, наклонные, вертикальные плоскости и фасонные поверхности. Станки

работают периферией и торцом круга. Схемы обработки на шлифовальных станках приведены на рис. 1.

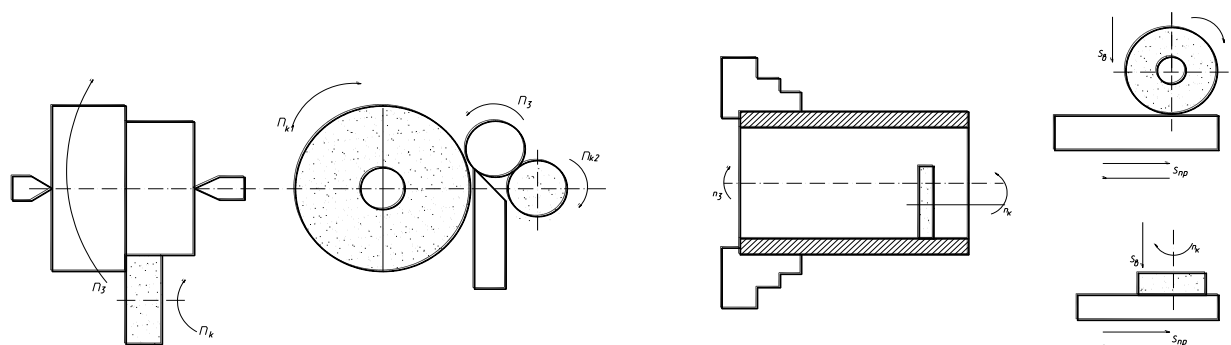


Рисунок 1. Схема обработки заготовок на шлифовальных станках

а, б, в – на кругло, -бесцентрово, - внутришлифовальных (периферией, торцом)

Плоскошлифовальный станок 3Г71 предназначен для шлифования плоскостей периферией круга, и состоит из основных узлов: станины, крестового суппорта, стола, магнитной плиты, колонны, шлифовальной головки, редуктора, системы охлаждения, гидравлического агрегата и электроаппаратуры (см. плакат и станок 3Г71).

К органам управления относятся: ручное продольное перемещение стола, поперечная подача стола, установка величины автоматической поперечной подачи стола, продольное реверсирование стола, ручная вертикальная подача, кран охлаждения, включение и реверсирование поперечной подачи, панель кнопочного управления поперечной подачи, панель управления механизмами, вводный пакетный выключатель (сзади станка).

Основные рабочие характеристики станка:

- мощность электродвигателя станка- $N_3 = 2,2 \text{ кВт}$;
- число оборотов шлифовального круга $n_k = 2680 \text{ об/мин}$
- цена деления лимба вертикальной подачи $t(S_3) = 0,001 \text{ мм}$;
- цена деления лимба поперечной подачи $S_n = 0,01 \text{ и } 0,05 \text{ мм}$;
- продольная подача стола (скорость) подачи $S_{np}(t) = 6 \dots 20 \text{ м/мин}$
- максимальный рабочий ход стола $L = 710 \text{ мм}$.

3. Абразивный шлифовальный инструмент

Абразивным инструментом являются шлифовальные круги, сегменты, шлифовальные ленты и притирочные порошки.

Самые распространенные – шлифовальные круги, формы и размеры их стандартизированы.

Шлифовальные круги характеризуются маркой абразивного материала, зернистостью, материалом смазки, твердостью, структурой, формой, размерами, классом инструмента и классом дисбаланса.

Абразивный материал - зерна абразивных инструментов представляют собой естественное или искусственное минералы и кристаллы. Естественное – алмаз- А, кварц – к, (SiO_2), корунд – ($90\% \text{ Al}_2\text{O}_3$), наждак – Н ($60\% \text{ Al}_2\text{O}_3$), кремнь, гранит. Искусственные - электрокорунд ($92-99\% \text{ Al}_2\text{O}_3$) – нормальный –Э, белый – ЭБ, зеленый – КЗ и черный – КЧ, карбид бора – КБ, борсиликокарбид, электрокорунд хромистый –ЭХ, электрокорунд титанистый – ЭТ.

Зернистость – характеризуется размерами зерен абразивного материала. В зависимости от зернистости абразивные материалы делятся на 3 группы по номерам

- шлифзерно с № 200.16
- шлифпорошки с № 12.3
- микропорошки М 40.М5

Размер зерен, №200...№3 определяется умножением номера зернистости на 10 мкм. Размер зерен микропорошков указывается в микронах, (например, №12 зерно размером 120мкм М5 – размер 5мкм).

Связка соединяет абразивные зерна в геометрическое тело определенной формы. Связка абразивных материалов: вулканитовая – В, бакелитовая – Б и керамическая – К.

Твердость шлифовального круга зависит от величины силы, с которой связка удерживает абразивные зерна. Установлена шкала твердости (семь ступеней твердости): мягкие М1, М2, М3, среднемягкие- СМ1, СМ2, средние –

С1, С2, среднетвердые – СТ1, СТ2, СТ3, твердые – Т1, Т2, весьма твердые – ВТ1, ВТ2, чрезвычайно твердые – ЧТ1, ЧТ2.

Структура – это соотношение объемов зерен, связки и пор шлифовального круга. Структура обозначается номерами от 0-12 и разделяется на 3 группы: плотные структуры – 0-3, среднеплотные – 4-6 и открытые – 7-12.

Форма поперечных сечений шлифовальных кругов и их размеры регламентированы ГОСТ 2424-85, который предусматривает 22 профиля и несколько сотен типоразмеров. Условное обозначение: ПП – плоские прямые, ПВ – плоские с выточкой, Д – диски, ЧЦ – чашки цилиндрические и К – конические, Т тарелки и т.д. (см. плакат «Шлифовальные круги»).

Размеры круга характеризуются: D_k – наружным диаметром, B_k – шириной и d – внутренним диаметром.

Класс инструмент дает предельные отклонения размеров 2 класс А выше, чем Б.

Класс дисбаланса определяет допустимые отклонения от статического баланса – четыре класса 1, 2, 3, 4. Дисбаланс круга увеличивается от 1 к 4 классу.

Маркируются круги условными обозначениями, нанесенными несмываемой краской на нерабочей поверхности круга. Пример маркировки (рис. 2)

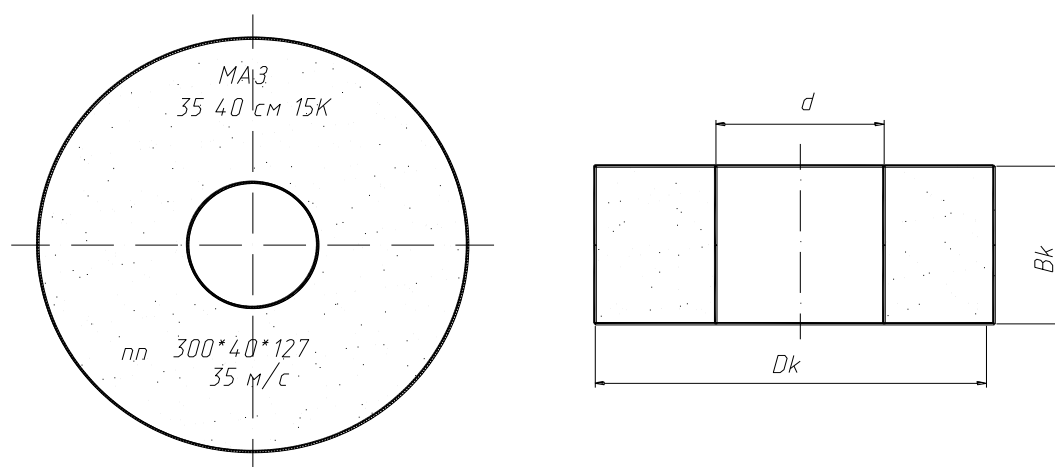


Рисунок 2. Схема нанесения маркировки на круг

МАЗ – завод – изготовитель круга (Московский абразивный завод)

Э5 – материал зерен (электрокорунд нормальный) с содержанием Al_2O_3 95%

40 – номер зернистости (400 мкм)

СМ1 – твердость (средне мягкая 1)

5 – номер структуры (среднеплотная)

к – вид связки (керамическая)

ПП – форма круга (плоской прямой)

300 – наружный диаметр круга (300мм)

40 – ширина круга (40мм)

127 – диаметр отверстия круга (127 мм)

35 м/с – допустимая окружная скорость обработки.

В некоторых случаях указывается класс инструмента, дисбаланса. Без маркировки шлифовальные круги в работе использовать не допускается!

Выбор твердости шлифовального круга должен обеспечить самозатачивание, т.е. равномерное вырывание затупившихся зерен под действием возросших сил резания. Твердые материалы необходимо обрабатывать мягкими кругами (М-СМ-С). При обработке вязких материалов (цветных металлов, мягких сталей) применяются также мягкие круги (М-СМ), но более пористые. Мягкие материалы (не вязкие) обрабатываются твердыми кругами. При шлифовании фасонных поверхностей следует применять более твердые круги для сохранения фасонного профиля круга.

Черновое шлифование – крупнозернистыми кругами, закаленные стали – мелкозернистыми мягкими кругами.

Оборудование и материалы

1. Плоскошлифовальный станок 3Г71.

2. Металлические заготовки (образцы).
3. Плакаты по устройству станка и инструмента.
4. Кинематические схемы станка и видов работ.
5. Приспособления к станку.

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в Приложении 1. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

Указания по порядку выполнения работы

1. Изучить конструкцию и управление плоскошлифовальным станком 3Г71 (см. станок 3Г71, схему и плакаты к нему в лаборатории).
2. Определить оптимальные режимы резания: окружную скорость круга – V_k , скорость движения стола $S_{пр}(V_{ст})$, коэффициент загрузки двигателя станка – K и основное (технологическое время – T_0 по заданному варианту (табл. 1.), паспортным данным и по формулам (1, 4, 5, 6, 7, 8)).

Таблица 1 – Вариант задания

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
Режим								
D_k , мм	200	205	210	215	220	225	230	240
B_k , мм	20	22	24	26	28	30	32	30
L_3 , мм	250	260	270	280	290	300	310	320
B_3 , мм	130	140	150	160	170	180	190	200
Пр., мм	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,20	0,22

3. Определить коэффициент загрузки двигателя станка – K

$$K = \frac{N_p}{N_{\text{э}}} \leq 1. \quad (6)$$

$$N_p = \frac{P_z \cdot V_k}{1000 \cdot \eta_{\text{см}}}, \quad (7)$$

$$P_z = C_p \cdot S_n^{X_p} \cdot t^{Y_p} \cdot V^{Z_p} \quad (8)$$

где N_p - мощность электродвигателя, необходимая для шлифования на заданный режим;

P_z – сила резания, создающая крутящий момент;

C_p - коэффициент условий обработки (берется по справочнику, например, при шлифовании закаленной стали при $D_k = 500$ мм и $B_k = 40$ мм берется $C_p=22$, чугуна $C_p=2$, показатели степени $X_p=0,6$, $Y_p=0,7$, $Z_p=0,7$.

КПД станка – шлифовального $\eta_{\text{см}} = 0,8-0,85$

4. Основное время - то для плоского шлифования рассчитывается по формуле:

$$T_o = \frac{C_1 \cdot L \cdot B}{1000 \cdot S_{np} \cdot S_n}, \quad (9)$$

где C_1 - коэффициент, принимается равным единице при подаче на каждый ход стола и двум – при подаче на двойной ход стола, мм

- длина заготовки l_3 , мм

- длина продольного хода стола, мм $L=(l_3+15)$

- ширина обрабатываемой поверхности b_3 , мм

- перемещение круга в направлении поперечной подачи стола, мм

$$B=(b_3+B_k+5)$$

K – коэффициент, учитывающий условия обработки

$K=1,11-1,13$ - для предварительного шлифования

$K=1,25-1,5$ – для окончательного шлифования

$$i = \frac{P_p}{t}, \quad - \text{число проходов} \quad (10)$$

где P_p - припуск на обработку, мм

t - глубина резания, мм

Содержание отчета

1. Наименование и цель работы.
2. Произвести краткую запись по технологии обработки, режима, типам станков и выполняемым работам на них, по абразивному инструменту.
3. Определить оптимальные режимы по заданному варианту.
4. Сделать вывод о проделанной обработке заданной заготовки.

Контрольные вопросы

1. Сущность шлифования.
2. Назначение шлифования.
3. Определение движения резания (скорости).
4. Определение круговой подачи.
5. Определение поперечной и вертикальной подачи.
6. Типы шлифовальных станков.
7. Схемы обработки шлифованием (основные).
8. Устройство плоскошлифовального станка.
9. Виды абразивного шлифовального инструмента.
10. Чем характеризуются шлифовальные круги?
11. Марки абразивных материалов.
12. Что такое зернистость?
13. Что такое связки и их назначение?
14. Твердость шлифовального круга и ее классификация.
15. Структура и ее классификация.
16. Какие формы применяются при шлифовании на станках?
17. Характеристика размера круга.
18. Что такое класс инструмента и класс дисбаланса?
19. Как и для чего маркируются шлифовальные круги?
20. Как выбирается шлифовальный круг по твёрдости?
21. Что такое сила и мощность резания и как их определять?

22. Что такое основное время и как его определить?
23. Порядок настройки станка на заданный режим.
24. Техника безопасности при работе на шлифовальном станке.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69
2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34
2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92
3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ,

2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

**Инструкция
по технике безопасности
при проведении лабораторных работ
на установках и оборудовании в лабораториях «Технологии
машиностроения и технологического оборудования»**

Перед началом лабораторной работы

1. Изучить инструкцию по охране труда при работе студентов в технических лабораториях.
2. Пройти инструктаж на рабочем месте. Ознакомиться с безопасными методами выполнения лабораторной работы.
3. Изучить теоретические положения требований методики проведения лабораторной работы.
4. Получить допуск у преподавателя на выполнение лабораторной работы.
5. Ознакомиться с приборами тушения пожара и правилами обращения с огнетушителями ОУ-03, ОП-05, ОВЭ-6(з)-АВЕ-01.
6. Осмотреть оборудование, на котором выполняется лабораторная работа, проверить исправно ли действуют пусковые, регулировочные, остановочные устройства.

Требования безопасности во время работы

1. Приступать к выполнению лабораторной работы можно только после разрешения преподавателя и только на исправном оборудовании после того, как порядок выполнения работы будет полностью усвоен.
2. При выполнении работы быть предельно внимательным, не отвлекаться на посторонние дела и разговоры, не отвлекать других, следить за

показаниями контрольно-измерительных приборов и работой оборудования, бережно относиться к оборудованию, инструменту, приборам и мебели.

3. Запрещается самовольное включение электродвигателя, приборов и другого оборудования, а также открытие и закрытие вентилей, задвижек, снятие крышек, ограждений и перестановка оборудования, не имеющих отношения к выполнению данной лабораторной работы.

4. В ходе выполнения лабораторной работы следить за наличием и прочностью крепления ограждений (кожухов) на всех вращающихся и движущихся частях установки. Запрещается работа на оборудовании при снятых, неисправных или плохо закрепленных ограждениях. До полной остановки вращающихся деталей установок запрещается открывать крышки.

5. Категорически запрещается во время выполнения лабораторной работы становиться на оборудование или влезать на него, становиться на трубопроводы, электропроводку, а также вешать или класть на них посторонние предметы.

6. Запрещается во время работы оборудования касаться руками или другими частями тела вращающихся или движущихся частей установки.

7. При выполнении разборки оборудования снятые сборочные единицы и детали нужно складывать на заранее приготовленные места так, чтобы они не могли упасть. Крупные и тяжелые сборочные единицы укладывают на полу, располагая так, чтобы они не могли опрокинуться.

Не следует в одиночку снимать и устанавливать механизмы и агрегаты значительных габаритов и массы.

8. Запрещается пользоваться неисправным инструментом. Гаечные ключи должны соответствовать размерам гаек и головок болтов. Не разрешается: применять ключи со смятыми, изношенными или треснувшими губками; применять прокладки при зазоре между плоскостями губок и головок болтов или гаек; наращивать ключи трубами, другими ключами или иным способом. Необходимо следить за исправностью тисков, съемников и других приспособлений. Молотки должны быть надежно насажены на деревянные

ручки и закреплены металлическими клиньями. Отвертка должна выбираться по ширине рабочей части, зависящей от размера шлица в головке шурупа или винта.

9. При выполнении лабораторной работы студент должен быть максимально серьезным и не допускать шалостей и озорства.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

1. В случае травмирования или при обнаружении неисправности лабораторной установки необходимо прекратить выполнение работы, выключить электрооборудование и сообщить о поломке преподавателю.

2. При обнаружении случайного обрыва заземляющей шины необходимо выключить установку и сообщить преподавателю.

3. При обнаружении возгорания или пожара необходимо сообщить администрации, вызвать пожарную охрану по телефону 01, принять меры к эвакуации пострадавших, приступить к тушению пожара первичными средствами пожаротушения в соответствии с инструкцией по пожарной безопасности (огнетушители, ящики с песком, расположенные в коридоре кафедры и на лестничной площадке возле аудитории 111).

4. При поражении электрическим током, пострадавшего быстро освободить от действия тока (выключить рубильник, перерубить провод оттянуть его от пострадавшего сухим шестом, рукояткой топора и т.д.), оказать ему срочную первую доврачебную помощь (искусственное дыхание, массаж сердца), вызвать врача. Помощь оказывать до прибытия врача

5. При травмах и мелких порезах пользоваться аптечкой, находящейся в мастерской. Для чего обработать рану, используя стерильный перевязочный материал (марля, салфетки, вата, бинт), а также дезинфицирующие средства (раствор йода, перекись водорода, раствор марганцовокислого кальция и др.).

Требования безопасности по окончании выполнения лабораторной работы.

1. Выключить все электродвигатели установки, обесточить электрошкаф, питающий их.
2. Обесточить линию, питающую установку от распределительного щита.
3. Выключить все приборы, закрыть вентили, задвижки и пр.
4. Привести в порядок рабочее место, убрать ненужные бумаги, инструмент, поставить на место столы, стулья, вымыть руки с мылом и с разрешения преподавателя покинуть лабораторию.
5. Невыполнение требований настоящей инструкции рассматривается как грубое нарушение дисциплины, виновные привлекаются к дисциплинарной ответственности, вплоть до исключения из университета.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению практических занятий по дисциплине

«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

для студентов направления подготовки

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных

производств

направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

В методических указаниях, составленных в соответствии с требованиями ФГОС ВО, основное внимание уделено изучению современных технологических методов формообразования заготовок и деталей машин. Содержат методику выполнения работ. Предназначены для студентов по направлению подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль подготовки: "Технология машиностроения" Квалификация выпускника: Бакалавр

Составители:

канд. техн. наук, доцент Гончаров В.М.

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент К.В. Костенко

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Практическое занятие № 1. Технология производства чугуна. Шихта ...	6
Практическое занятие №2. Методика расчета шихты.....	12
Практическое занятие №3. Технология производства стали. Виды	17
Практическое занятие №4. Продукция производства стали, классификация.....	27
Практическое занятие № 5. Технология производства меди. Исходные материалы. Рафинирование. Применение.....	31
Практическое занятие №6. Продукция производства меди. Классификация, маркировка. Применение.....	36
Практическое занятие № 7. Технология производства алюминия и его сплавов. Классификация. Применение.....	42
Практическое занятие №8. Основы технологии литейного производства. Классификация. Продукция. Применение.....	49
Практическое занятие №9. Технология обработки металлов давлением. Виды ОМД. Продукция.....	66
Практическое занятие №10. Технология обработки металлов резанием. Станки, инструменты, режимы, продукция.....	75
Практическая работа 11. Устройство и управление токарным станком, виды работ на станках токарной группы.....	84
Практическая работа 12. Устройство сверлильного станка, управление и работа на нем.....	92
Практическая работа 13. Устройство фрезерного станка и управление...	99
Практическое занятие № 14. Технология производства неметаллических материалов и методы их обработки.....	106

Введение

Главными задачами промышленности на современном этапе являются более полное удовлетворение потребностей современного общества высококачественной продукцией, обеспечение технического перевооружения интенсификации производства во всех отраслях.

Поставленные задачи должны решать высококвалифицированные инженерные кадры машиностроителей, в деятельности которых применение на практике технологических наук имеет очень большое значение. Создавая конструкции машин и приборов, инженер должен обеспечивать определенные их эксплуатационные технические характеристики и надежность работы, учитывать особенности технологических методов обработки и сборки, а также экономическую целесообразность изготовления конструкций.

Подробно рассмотрен порядок выполнения каждого занятия, для закрепления материала приводятся контрольные вопросы. Полученные студентами знания и навыки в дальнейшем позволят принимать более эффективные решения при инструментальном обеспечении механосборочного производства.

Выполнение практических занятий необходимо для освоения профессиональных компетенций:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ОПК-1. Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в	ИД-1 _{ОПК-1} Выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий	Выбирать современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий

машиностроении	ИД-2 _{ОПК-1} Разрабатывает технологическую схему, обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	Разрабатывать технологическую схему, обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов
ОПК-5. Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	ИД-1 _{ОПК-5} Понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки	Понимать основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки
	ИД-2 _{ОПК-5} Оценивает состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей	Оценивать состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей
ОПК-9. Способен участвовать в разработке проектов изделий машиностроения	ИД-1 _{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств	Анализировать методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств
	ИД-2 _{ОПК-9} Участвует в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств	Участвовать в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств

Практическая работа №1

Тема: Технология производства чугуна. Шихта

Цель: изучить технико-экономические показатели работы доменной печи.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
технологии производства чугуна.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
определить коэффициент КИПО для доменной печи.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
методикой расчета доменной шихты для доменных печей.

Формируемые компетенции: ОПК-21, ОПК-5, ОПК-9.

Актуальность темы: Определение коэффициента КИПО для доменной печи с разным полезным объемом.

Теоретическая часть

Железные руды. Главный исходный материал для производства чугуна в доменных печах - железные руды. К ним относят горные породы, содержащие железо в таком количестве, при котором выплавка становится экономически выгодной (16-72 %).

Железная руда состоит из рудного вещества и пустой породы. Рудным веществом чаще всего являются окислы, силикаты и карбонаты железа. А пустая порода обычно состоит из кварцита или песчаника с примесью глинистых веществ и реже - из доломита или известняка. В зависимости от рудного вещества железные руды бывают богатыми, которые используют непосредственно, и бедными, которых подвергают обогащению. В доменном производстве применяют разные железные руды.

Красный железняк (гематит) содержит железо в виде безводной окиси железа. Она имеет разную окраску (от темно-красной до темно-серой). Руда

содержит много железа (45-65 %) и мало вредных примесей. Восстановим ость железа из руды хорошая.

Бурый железняк содержит железо в виде водных окислов. В нем содержится 25- 50 % железа. Окраска меняется от жёлтой до буро-желтой. Пустая порода железняка глинистая иногда кремнисто-глиноземистая.

Магнитный железняк содержит 40-70 % железа в виде закиси-оксида железа, руда обладает хорошо выраженными магнитными свойствами, имеет темно-серый или черный с различными оттенками цвет. Пустая порода руды кремнеземистая с примесями других окислов. Железо из магнитного железняка восстанавливается труднее, чем из других руд.

Шпатовый железняк (сидерит) содержит железо в виде углекислой соли. В этом железняке содержится 30-37 % железа. Сидерит имеет желтовато-белый и грязно-серый цвет. Он легко окисляется и переходит в бурый железняк. Из всех железных руд он обладает наиболее высокой восстановимостью.

Марганцевые руды содержат 25-45 % марганца в виде различных окислов марганца. Их добавляют в шихту для повышения в чугуна количества марганца и удаления серы.

Производство чугуна в доменной печи.

Выплавка чугуна производится в огромных доменных печах, выложенных из огнеупорных кирпичей достигают 70 м высоты при внутреннем диаметре около 20 м. Разрез доменной печи, схематически изображен на рисунке 1.

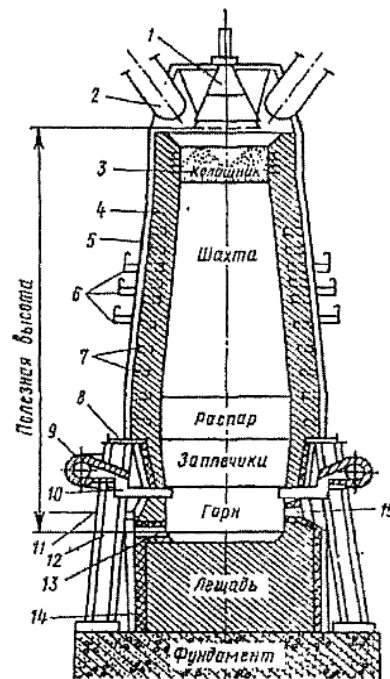


Рисунок 1. Современная доменная печь (вертикальный разрез):

- 1 – засыпной аппарат; 2 – газоотводы, 3 – защитные щиты,
 4 – огнеупорная кладка; 5 – стальной кожух; 6 – кольцевые площадки;
 7 – холодильники шихты; 8 – опорное кольцо; 9 – кольцевой воздухопровод, 10 –
 фурменный рукав, 11 – рабочая площадка;
 12 – колонна; 13 – летка для чугуна, 14 – холодильники; 15 – летки для шлака

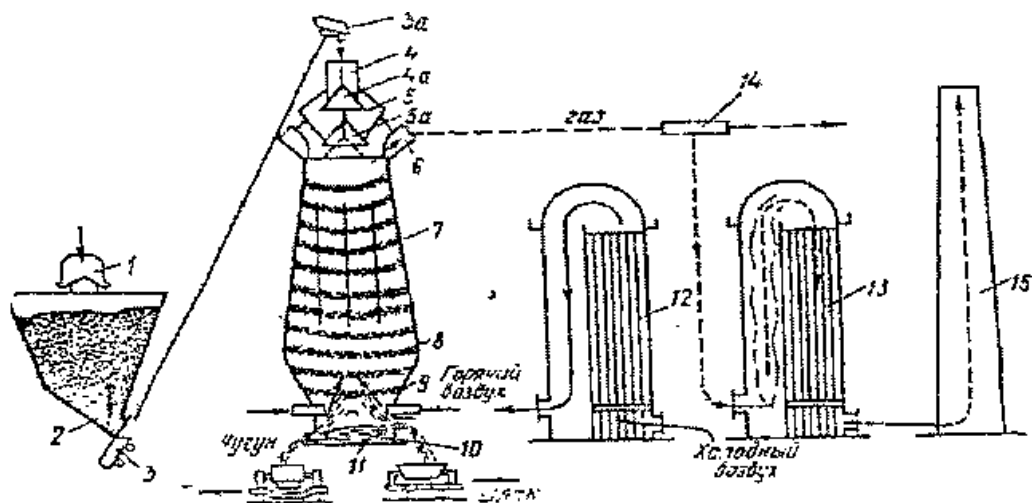


Рисунок 2. Схема загрузки доменной печи и утилизация
 доменных газов

Верхняя ее половина носит название *шахты* и заканчивается наверху отверстием – *колошником*, которая закрывается подвижной колонкой – *колошниковым затвором*. Самая широкая часть печи называется *распаром*, а нижняя часть – *горном*. Через специальные отверстия в горне (*фурмы*) в печь вдувается горячий воздух или кислород.

Доменную печь загружают сначала коксом, а затем послойно агломератом и коксом. Агломерат – это определенным образом подготовленная руда, спеченная с флюсом. Горение и необходимая для выплавки чугуна температура поддерживаются вдуванием в горн подогретого воздуха или кислорода. Образовавшийся оксид углерода и восстанавливает большую часть руды, переходя снова в CO_2 .

Процесс восстановления руды происходит главным образом в верхней части шахты. Его можно выразить суммарным уравнением:



Пустую породу в руде образуют, главным образом, диоксид кремния SiO_2 . Это – тугоплавкое вещество. Для превращения тугоплавких примесей в более легкоплавкие соединения к руде добавляются флюс. Обычно в качестве флюса используют CaCO_3 . При взаимодействии его с SiO_2 образуется CaSiO_2 , легко отделяющийся в виде шлака.

При восстановлении руды железо получается в твердом состоянии. Постепенно оно опускается в более горячую часть печи - распар – и растворяет в себе углерод; образуется чугун. Последний плавится и стекает в нижнюю часть горна, а жидкие шлаки собираются на поверхности чугуна, предохраняя его от окисления. Чугун и шлаки выпускают по мере накопления через особые отверстия, забитые в остальное время глиной.

Выходящие из отверстия печи газы содержат до 25 % CO . Их сжигают в особых *аппаратах-кауперах*, предназначенных для предварительного нагревания вдуваемого в печь воздуха. Доменная печь работает непрерывно. Работа печи продолжается в течение нескольких лет, пока печь не потребует капитального ремонта.

Доменный процесс.

- Работает доменная печь – по принципу противотока Процесс – восстановительный. Непрерывный в течение 5-8 лет и больше.

- Восстановление железа из окислов руды, науглероживание его и выпуск в виде жидкого чугуна определенного химического состава.

- Оплавление пустой породы, образование шлака, растворение в нём золы кокса и удаление его из него.

- Сырые материалы проходят ряд стадий: подогрев, удаление влаги, разложение карбонатов, восстановление железа, науглероживании, образование чугуна и шлака, накопление и выпуск чугуна и шлака.

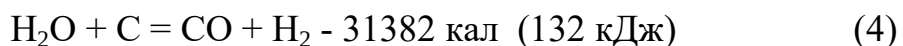
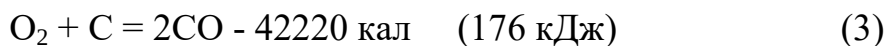
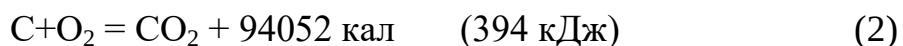
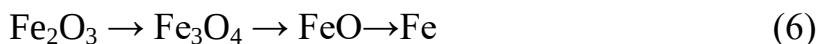
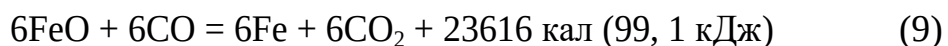
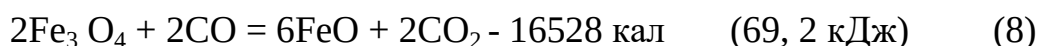
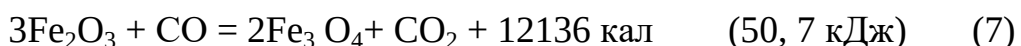


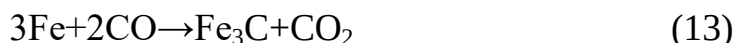
Схема восстановления Fe - от высшего окисла к низшему



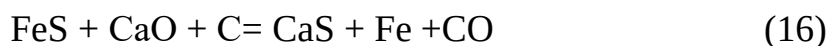
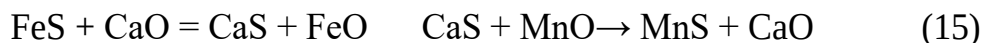
Косвенное восстановление железа



Прямое восстановление железа



Удаление серы в шлак



При прохождении шихты сверху вниз в различных зонах (в основном высокотемпературных) происходит восстановление других полезных материалов Cr, Ni, Mn, Si.

Технико-экономические показатели работы доменной печи.

Определяются в основном КИПО

$$K = \frac{V}{T} \text{ м}^3 / \text{т.сутки} \quad (17)$$

$K_{cp} = 0,567$. На 16 доменных печах $K = 0,469$. В США $K = 0,639$. У нас расход кокса 575 кг/т, температура дутья 1300 °С КИПО в 1980 г $K = 0,510$, расход кокса 490 кг/т. Планируется увеличить производительность доменных печей на 25-30 % за счёт обогащения кислородовоздушного дутья, применением металлизированных окатышей.

Улучшение работы доменных печей на 1 % - даёт экономию более 15 млн. руб. и плюс 85 млн. руб. экономии в других отраслях т.к. доменные печи потребляют 180 млн. т руды, 20 млн. т флюсов, 60 млн.т кокса, 8 млрд. м³ газа, 10 млрд. кВт ч электроэнергии и т.д.

Получение конструкционного чугуна.

СЧ, КЧ и ВЧ в вагранках, э/печах из литейного доменного чугуна чугунного металлолома и возврата собственного производства (литниковая система, прибыли, выпоры и т.п.).

Задача

1 Определение коэффициента КИПО для доменной печи с полезным объемом в 2000 м³

$$K = \frac{V_n}{T_{т.сут}}, \quad (18)$$

где V_n – полезный объем доменной печи, м³;

$T_{т/сут}$ – производство чугуна в доменной печи, т/сут.

$$K = \frac{2000}{2000} = 1$$

2. Определение коэффициента КИПО для доменной печи с полезным объемом в 5500 м³ (в Череповце)

$$K = \frac{5500}{1100} = 0,5.$$

Таким образом, чем больше полезный объем доменной печи, тем выше коэффициент КИПО.

Задания

Рассчитать доменную шихту для доменных печей с разным полезным объемом: 1000 м³, 2000 м³, 3000 м³, 4000 м³, 5500 м³.

Практическое занятие 2

Тема: Методика расчета шихты

Цель: Рассчитать доменную шихту, рассчитать режимы, обеспечивающие получение чугуна заданного химического состава.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: методику расчета доменной шихты.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: рассчитать режимы, обеспечивающие получение чугуна заданного химического состава.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: методикой расчета доменной шихты для доменных печей.

Формируемые компетенции: ОПК-21, ОПК-5, ОПК-9.

Актуальность темы: Изучение видов железных руд, которые применяются для выплавки чугуна в доменных печах и содержание в них железа.

Теоретическая часть

Целью расчета доменной шихты является определение такого соотношения между компонентами (рудным материалом, коксом, известняком)

чтобы создать в печи тепловой баланс режимы, обеспечивающие получение чугуна заданного химического состава.

Наиболее удобным считается составление уравнения по *основности шлака*, т.е. по заданному отношению в шлаке содержаний оксида кальция CaO и диоксида кремния SiO_2 .

Для расчета расхода рудного материала флюса составляют следующее уравнение:

$$P \cdot \text{Fe}_p + K \cdot \text{Fe}_k + \Phi \cdot \text{Fe}_\phi + M_T \cdot \text{Fe}_\text{ш} \quad (19)$$

$$\frac{P \cdot \text{CaO}_p + K \cdot \text{CaO} + \Phi \cdot \text{CaO}_\phi}{P \cdot \text{SiO}_{2(p)} + K \cdot \text{SiO}_{2(k)} + \Phi \cdot \text{SiO}_{2(\phi)} - M_{\text{SiO}_2(\text{ч})}} = \frac{(\text{CaO})_\text{ш}}{(\text{SiO}_2)_\text{ш}} \quad (20)$$

где P, K, Φ – количества рудного материала, кокса и флюсов для получения 1 т чугуна;

$M_{\text{SiO}_2(r)}$ – количество восстанавливающейся SiO_2 ;

индексы – $p, k, \phi, \text{ч}, \text{ш}$ – показывают концентрацию данного элемента или соединения в соответствующем материале, чугуне и шлаке.

Пример. Рассчитать расход рудного материала и известняка для выплавки 1 т чугуна: определить выход шлака (кг/т чугуна) и содержание в нем оксидов $\text{CaO}, \text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3$.

Исходные данные: железная руда $\text{Fe} = 64 \%$; расход кокса 600 кг/т чугуна; содержание золы в коксе 10%; основность шлака $\text{CaO}/\text{SiO}_2 = 1$, чугун содержит 94% Fe и 0,8% Si ; содержание $\text{CaO}, \text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3$ в окатышах, золе кокса и известняке приведено в таблице 1.1.

Расчет. Баланс по железу: $P \cdot \text{Fe}_p = M_r \cdot \text{Fe}_r$

Расход окатышей: $P = (1000 \cdot 0,94) / 0,64 = 1469$ кг/т чугуна

Таблица 1 – Химический состав шихты

Материал	Расход кг/т чугуна	Содержание					
		CaO		SiO ₂		Al ₂ O ₃	
		%	кг	%	кг	%	кг

Железные окатыши	1469	2,3	33,8	7,1	104,3	2,2	32,3
Кокс	600	-	-	-	-	-	-
Зола кокса	60	3,5	2,1	53,0	31,8	27,0	16,2
Известняк	155,3	55	85,4	1,5	2,3	1,0	1,6
Итого	2224,3		121,3		138		50,1

Окатыши внося в печь $1469 \cdot 1,023 = 33,8$ кг CaO;

$1469 \cdot 0,071 = 104,3$ кг SiO₂; $1469 \cdot 0,22 = 32,3$ кг Al₂O₃.

Уравнение основности шлака:

$$\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2} = \frac{1469 \cdot 0,23 + 60,0 \cdot 0,035 + \Phi \cdot 0,55}{1469 \cdot 0,071 + 60 \cdot 0,53 + \Phi \cdot 0,015 - 0,008 \cdot (60/28) \cdot 1000} = 1 \quad (21)$$

где в числителе количество CaO вносимое окатышами, золой кокса и известняком (таблица 1) , в знаменателе – количество SiO₂, которое вносится окатышами, золой кокса и известняком.

Из данных таблицы 1 следует, что для выплавки в доменной печи 1 т чугуна требуется израсходовать более 2 т шихтовых материалов. В шлак выделяется примерно 300 кг/т чугуна.

Вопросы к практическому занятию 1,2

1. Какие виды железных руд применяются для выплавки чугуна в доменных печах и по сколько в них содержится железа?
2. С какой целью добавляется марганцовая руда?
3. Устройство доменной печи.
4. Схема загрузки доменной печи и утилизация доменных газов.
5. порядок загрузки доменной печи.
6. Процесс восстановления железной руды
7. Схема работы доменной печи. Ускорение процесса.
8. Стадии подготовки железной руды к плавке.
9. Процесс образования чугуна в доменной печи.

10. Химические формулы образования чугуна.
11. Схема восстановления железа.
12. Косвенное восстановление железа.
13. Прямое восстановление железа.
14. Какие другие полезные элементы восстанавливаются наряду с железом?
15. Техничко-экономические показатели работы доменной печи.
16. Чему равен коэффициент КИПО?
17. Применение чугуна в промышленности.
18. Получение конструкционного чугуна.
19. Как определяется коэффициент КИПО?
20. Химические формулы образования чугуна.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69
2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г.

Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34

2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Практическое занятие 3

Тема: Технология производства стали. Виды

Цель: изучение способов получения выплавки стали разными способами.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
технологии выплавки стали.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
использовать новые методы производства и обработки стали.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
методикой производства легированной стали мартеновским способом и в электрических печах.

Формируемые компетенции: ОПК-21, ОПК-5, ОПК-9.

Актуальность темы: Изучение сущности производства стали, технологии выплавки стали, устройства и работы индукционных печей, новых методов производства и обработки стали.

Теоретическая часть

В стали по сравнению с чугуном содержится меньше углерода, кремния, серы и фосфора. Для получения стали из чугуна необходимо снизить концентрацию веществ путем окислительной плавки. В современной металлургической промышленности сталь выплавляют в основном в трех агрегатах: конверторах, мартеновских и электрических печах.

Производство стали в конверторах.

Конвертор представляет собой сосуд грушевидной формы. Верхнюю часть называют козырьком или шлемом. Она имеет горловину, через которую жидкий чугун и сливают сталь и шлак. Средняя часть имеет цилиндрическую форму. В нижней части есть приставное днище, которое по мере износа заменяют новым. К днищу присоединена воздушная коробка, в которую поступает сжатый воздух. Емкость современных конверторов равна

60 -400 т. и более, а давление воздушного дутья 0,3-1,35 МН/м. Количество воздуха необходимого для переработки 1 т чугуна, составляет 350 кубометров.

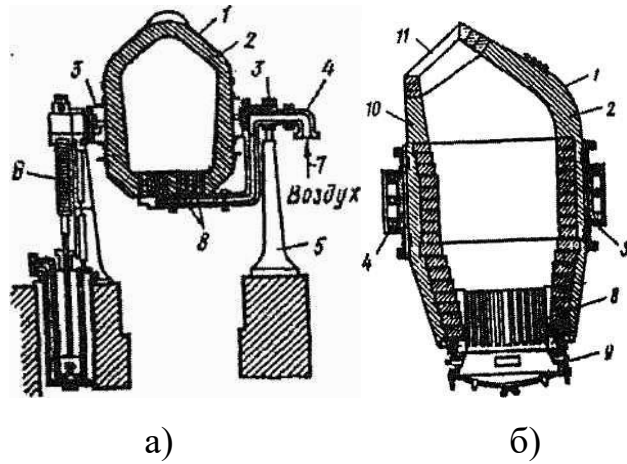


Рисунок 3. Конверторы. Схема устройства: а – общий вид;
б - грушевидная часть

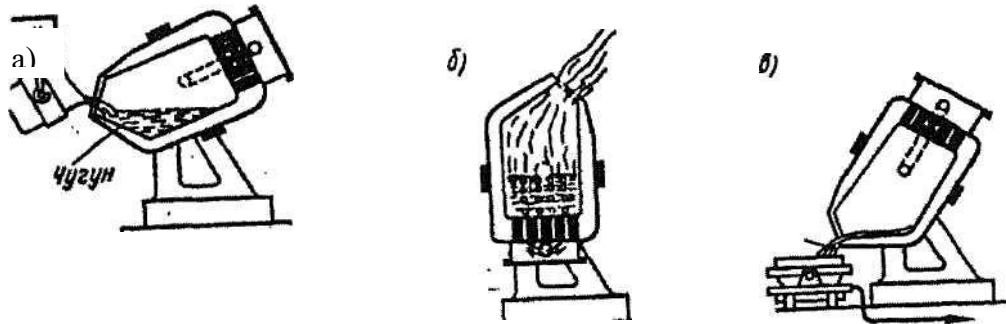


Рисунок 4. Заливка (а), продувка (б) и выпуск из конвертора (в) (схема)

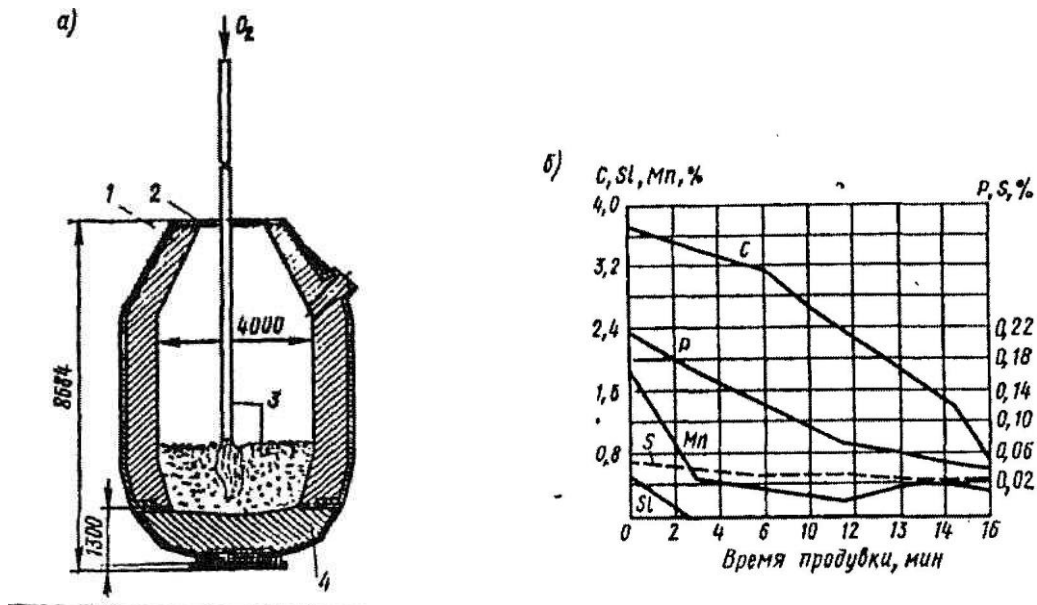


Рисунок 5. Кислородный конвертор ёмкостью 100—130 т (а) и выгорание примесей в нем (б): 1 – футеровка; 2 — фурма водоохлаждаемая;
3 - зеркало ванны; 4 - днище в кислородном конверторе.

В процессе продувки воздухом жидкого чугуна выгорают кремний, марганец, углерод и частично железо.

При достижении необходимой концентрации углерода конвертор возвращают в горизонтальное положение и прекращают подачу воздуха. Готовый металл раскисляют и выливают в ковш.

Бессемеровский процесс.

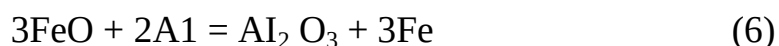
В конвертор заливают жидкий чугун с достаточно высоким содержанием кремния (до 2,25 % и выше), марганца (0,6-0,9 %), и минимальным количеством серы и фосфора. По характеру происходящей реакции бессемеровский процесс можно разбить на три периода. Первый период начинается после пуска дутья в конвертор и продолжается 3-6 мин. Из горловины конвертора вместе с газами вылетают мелкие капли жидкого чугуна с образованием искр. В этот период окисляются кремний, марганец и частично железа по реакциям:



Образующаяся закись железа частично растворяется в жидком металле, способствуя дальнейшему окислению кремния и марганца. Эти реакции протекают с выделением большого количества тепла, что вызывает разогрев металла. Шлак получается кислым (40-50 % SiO_2). Второй период начинается после почти полного выгорания кремния и марганца. Жидкий металл достаточно хорошо разогрет, что создает благоприятные условия для окисления углерода по реакции $\text{C} + \text{FeO} = \text{Fe} + \text{CO}$, которая протекает с поглощением тепла. Горение углерода продолжается 8-10 мин и сопровождается некоторым понижением температуры жидкого металла. Образующаяся окись углерода сгорает на воздухе. Над горловиной конвертора появляется яркое пламя высотой до 6 м.

По мере снижения содержания углерода в металле пламя над горловиной уменьшается и начинается третий период. Он отличается от предыдущих периодов появлением над горловиной конвертора бурого дыма. Это

показывает, что из чугуна почти полностью выгорели кремний, марганец и углерод и началось очень сильное окисление железа. Третий период продолжается не более 2 - 3 мин, после чего конвертор переворачивают в горизонтальное положение и в ванну вводят раскислители (ферромарганец, ферросилиций или алюминий) для понижения содержания кислорода в металле. В металле происходят реакции:



Готовую сталь выливают из конвертора в ковш, а затем направляют на разливку.

Кислородно-конверторный процесс.

Для интенсификации бессемеровского и томасовского процессов в последние годы начали применять обогащенное кислородом дутье. Главным достоинством кислородного дутья является снижение содержания азота в стали с 0,012-0,025 (при воздушном дутье) до 0,008-0,004 % (при кислородном дутье). Введение в состав дутья смеси кислорода с водяным паром или углекислым газом позволяет повысить качество бессемеровской стали, до качества стали, выплавленной в мартеновских и электрических печах.

Большой интерес представляет использование чистого кислорода для выплавки чугуна в глухо-донных конверторах сверху с помощью водоохлаждаемых фурм.

Производство стали кислородно-конверторным способом с каждым годом увеличивается.

Производство стали в мартеновских печах.

В мартеновских печах сжигают мазут или предварительно подогретые газы с использованием горячего дутья. Печь имеет рабочее (плавильное) пространство и две пары регенераторов (воздушный и газовый) для подогрева воздуха и газа. Газы и воздух проходят через нагретую до 1300° С огнеупорную насадку соответствующих регенераторов и нагреваются до 1000-1200° С. Затем

по вертикальным каналам направляются в головку печи, где смешиваются и сгорают, в результате чего температура под сводом достигает 1680-1750° С. Продукты горения направляются из рабочего пространства печи в левую пару регенераторов и нагревают их огнеупорную насадку, затем поступают в котлы-утилизаторы и дымовую трубу. Когда огнеупорная насадка правой пары регенераторов остынет так, что не сможет нагревать проходящие через них газы и воздух до 1100 ° С, левая пара регенераторов нагревается примерно до 1200-1300 ° С. В этот момент переключают направление движения газов и воздуха. Это обеспечивает непрерывное поступление в печь подогретых газов и воздуха. Большинство мартеновских печей отапливают смесью доменного, коксового и генераторного газов. Также применяют и природный газ. Мартеновская печь, работающая на мазуте, имеет генераторы только для нагрева воздуха. Шихтовые материалы (скрапы, чугун, флюсы) загружают в печь напольной машиной через завалочные окна.

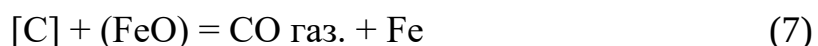
Основной мартеновский процесс.

Перед началом плавки определяют количество исходных материалов (чушковый чугун, стальной скрап, известняк, железная руда) и последовательность их загрузки в печь. Сначала загружают мелкий скрап, затем более крупный и на него кусковую известь (3-5 % массы металла). После прогрева загруженных материалов подают оставшийся стальной лом и предельный чугун двумя тремя порциями.

В период загрузки и плавления шихты происходит частичное окисление железа и фосфора, почти полное окисление кремния и марганца и образование первичного шлака. Указанные элементы окисляются сначала за счет кислорода печных газов и руды, а затем за счет закиси железа растворенной в шлаке. Первичный шлак формируется при расплавлении и окислении металла и содержит 10 -15 % FeO, 35 -45 % CaO, 13 – 17 % MnO. После образования шлака жидкий металл оказывается изолированным от прямого контакта с газами, и окисление примесей происходит под слоем шлака. Кислород в этих условиях переносится закисью железа, которая растворяется в металле и шлаке.

Увеличение концентрации закиси железа в шлаке приводит к возрастанию ее концентрации в металле.

После скачивания первичного шлака в печь загружают известь для образования нового и более основного шлака. Тепловая нагрузка печи увеличивается, для того чтобы тугоплавкая известь быстрее перешла в шлак, а температура металлической ванны повысилась. Через некоторое время (15 -20 мин) в печь загружают железную руду, которая увеличивает содержание окислов железа в шлаке, и вызывает в металле реакцию окисления углерода:



Образуется окись углерода и выделяется из металла в виде пузырьков, создавая впечатление его кипения, что способствует перемешиванию металла, выделение металлических включений и растворенных газов, а также равномерному распределению температуры по глубине ванны. Для хорошего кипения ванны необходимо подводить тепло, так как данная реакция сопровождается поглощением тепла. Продолжительность периода кипения ванны зависит от емкости печи и марки стали, и находится 1,25 - 2,5 ч и более.

Когда содержание углерода в металле окажется несколько ниже, чем требуется для готовой стали, начинается последняя стадия плавки - период доводки и раскисления металла. В печь вводят определенное количество кускового ферромарганца (12 % Mn), а затем через 10-15 мин ферросилиций (12-16 % Si). Марганец и кремний взаимодействуют с растворенным в металле кислородом, в результате чего реакция окисления углерода приостанавливается. Внешним признаком освобождения металла от кислорода является прекращение выделения пузырьков окиси углерода на поверхности шлака.

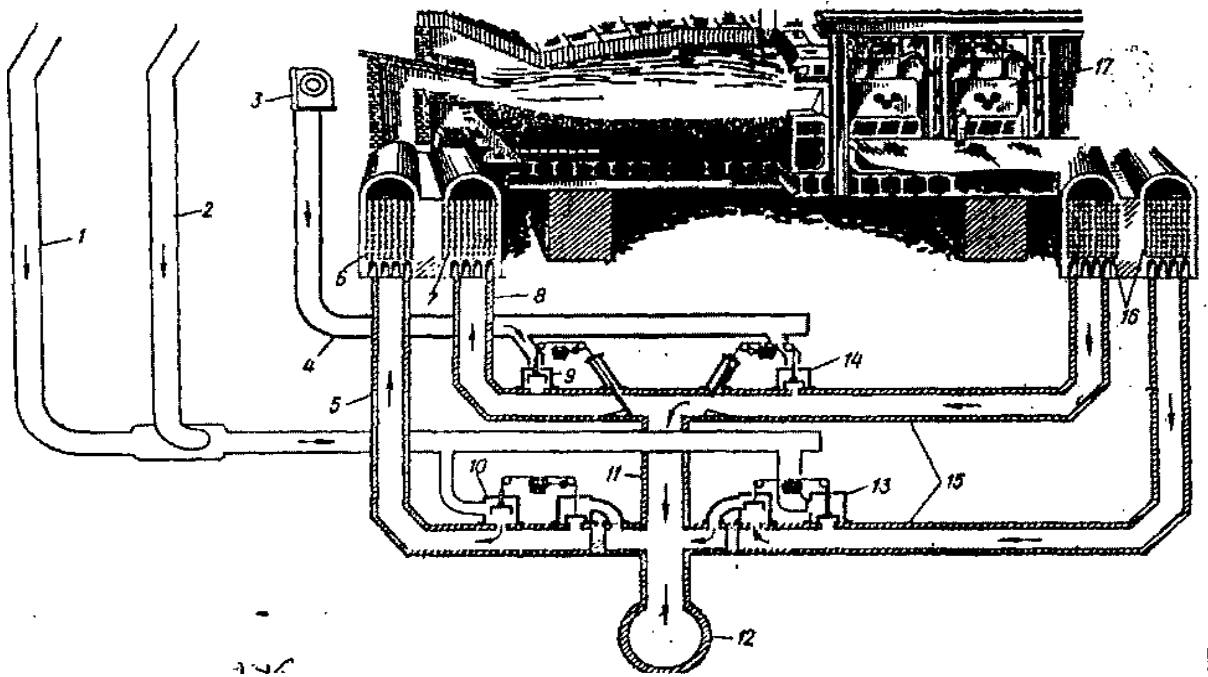


Рисунок 6. Схема устройства и работы мартеновской печи емкостью 500 т.

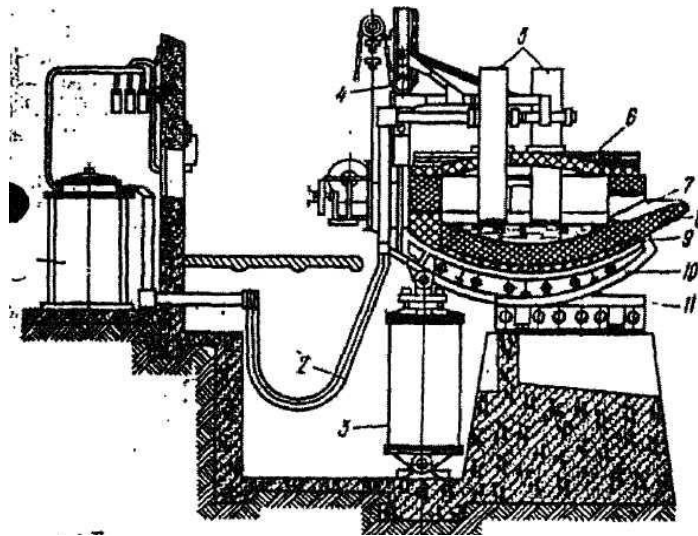


Рисунок 7. Схема устройства дуговой электропечи емкостью 80 т.

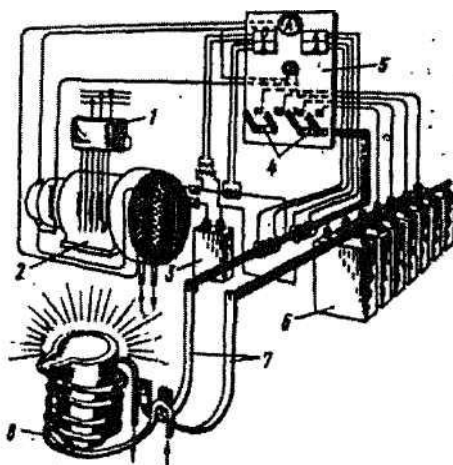


Рисунок 8. Схема устройства индукционной высокочастотной печи

При основном процессе плавки происходит частичное удаление серы из металла по реакции



Для этого необходимы высокая температура и достаточная основность шлака.

Технология выплавки стали в дуговых печах.

В сталеплавильных печах применяют угольный и графитированные электроды. Диаметр электродов определяется мощностью потребляемого тока и составляет 350 - 550 мм. В процессе плавки нижние концы электродов сгорают. Поэтому электроды постепенно опускают и в необходимых случаях наращивают сверху.

В электрических дуговых печах выплавляют высококачественную углеродистую или легированную сталь. Обычно для выплавки стали, применяют шихту в твердом состоянии.

Технология плавки с окислением шихты в основной дуговой печи подобна технологии плавки стали в основных мартеновских печах (скрап-процессам).

Во время кипения ванны в течение 45-60 мин избыточный углерод сгорает, растворенные газы и неметаллические включения удаляются. При этом отбирают пробы металла для быстрого определения в нем содержания углерода

и марганца и пробы шлака для определения его состава. Основность шлака поддерживается равной 2-2,5, что необходимо для задержания в нем фосфора.

Во время восстановительного периода плавки в металл вводят необходимые добавки, в том числе и легирующие. Окончательно металл раскисляют в печи алюминием.

Устройство и работа индукционных печей.

Индукционные печи отличаются от дуговых способом подвода энергии к расплавленному металлу. Индукционная печь работает примерно так же как обычный трансформатор: имеется первичная катушка, вокруг которой при пропускании переменного тока создается переменное магнитное поле. Магнитный поток наводит во вторичной цепи переменный ток, под влиянием которого нагревается и расплавляется металл. Индукционные печи имеют емкость от 50 кг до 100 т и более. В индукционных печах сталь выплавляют методом переплава шихты. Угар легирующих при этом получается очень небольшим.

Индукционные печи применяют для выплавки высоколегированных сталей и сплавов особого назначения, имеющих низкое содержание углерода и кремния.

Новые методы производства и обработки стали.

Электроннолучевая плавка металлов

Для получения особо чистых металлов и сплавов используют электроннолучевую плавку. Плавка основана на использовании кинетической энергии свободных электронов, получивших ускорение в электрическом поле высокого напряжения. На металл направляется поток электронов, в результате чего он нагревается и плавится.

Электрошлаковый переплав.

Очень перспективным способом получения высококачественного металла является электрошлаковый переплав. Капли металла, образующиеся при переплаве заготовки, проходят через слой жидкого шлака и рафинируются. При обработке металла шлаком и направленной кристаллизации слитка снизу вверх

содержание серы в заготовке снижается на 30 – 50 %, а содержание неметаллических включений - в два-три раза.

Вакуумирование стали.

Для получения высококачественной стали, широко применяется вакуумная плавка. В слитке содержатся газы и некоторое количество неметаллических включений. Их можно значительно уменьшить, если воспользоваться вакуумированием стали при ее выплавке и разливке. При этом способе жидкий металл подвергается выдержке в закрытой камере, из которой удаляют воздух и другие газы. Вакуумирование стали производится в ковше перед заливкой по изложницам. Лучшие результаты получаются тогда, когда сталь после вакуумирования в ковше разливают по изложницам так же в вакууме. Выплавка металла в вакууме осуществляется в закрытых индукционных печах.

Рафинирование стали в ковше жидкими синтетическими шлаками

Сущность этого метода состоит в том, что очистка стали от серы, кислорода и неметаллических включений производится при интенсивном перемешивании стали в ковше с предварительно слитым в него шлаком, приготовленном в специальной шлакоплавильной печи. Сталь после обработки жидкими шлаками обладает высокими механическими свойствами. За счет сокращения периода рафинирования в дуговых печах, производительность которых может быть увеличена на 10 - 15%. Мартеновская сталь обработанная синтетическими шлаками, по качеству близка к качеству стали, выплавляемой в электрических печах.

Задания

1. Определить экономическую целесообразность методов.
2. Описать получение жидкой стали конвертерным способами.
3. Описать получение жидкой стали из металлолома.
4. Описать производство легированной стали мартеновским способом и в электрических печах.

Практическое занятие 4

Тема: Продукция производства стали. Классификация. Маркировка. Применение

Цель: определить, в сравнении методов, возможность получения качественной стали.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: технологию получения качественной стали в сравнении методов.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: определение экономической целесообразности методов получения качественной стали.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: методикой технологии получения качественной стали.

Формируемые компетенции: ОПК-21, ОПК-5, ОПК-9.

Актуальность темы: Определение экономической целесообразности методов получения качественной стали.

Теоретическая часть

В обозначении марки первые две цифры указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Буквы за цифрами обозначают: С - кремний, Г - марганец, Н - никель, М - молибден, П - фосфор, Х - хром, К - кобальт, Т - титан, Ю - алюминий, Д - медь, В - вольфрам, Ф - ванадий, Р - бор, А - азот, Н - ниобий, Ц - цирконий.

Цифры, стоящие после букв, указывают примерное содержание легирующего элемента в целых единицах. Отсутствие цифры означает, что содержание этого элемента до 1,5 % (по верхнему пределу).

Пример задачи. Определить, в сравнении методов, возможности получения качественной стали.

- В конвекторах осуществляется продувки жидкого металла воздухом или кислородом, следовательно образуется значительная загазованность стали с

образованием большого количества оксидов железа и других примесей, которые снижают механические свойства стали.

- В мартеновских способах прямая продувка воздухом или кислородом через жидкий металл отсутствует, а только лишь воздух подается для сжигания топлива над жидкой ванной, следовательно загазованность жидкого металла будет значительно меньше, а значит и оксидов образуется меньше.

- В электрических печах вообще отсутствует воздушное или кислородное дутье, следовательно возможности образования оксидов будет минимальны.

Задания

- 1 Определить экономическую целесообразность методов.
- 2 Описать получение жидкой стали конвертерным способами.
- 3 Описать получение жидкой стали из металлолома.
- 4 Описать производство легированной стали мартеновским способом и в электрических печах.

Вопросы к практическому занятию 3, 4

- 1 Сущность производства стали в конверторах.
- 2 Физико-химические процессы в конверторах.
- 3 График выгорания примесей в конверторе.
- 4 Сущность бессемеровского способа производства стали.
- 5 Сущность кислородно-конверторного способа производства стали.
- 6 Производство стали мартеновским способом.
- 7 Основной мартеновский скрап-процесс.
- 8 С какой целью в мартеновском процессе используют железную руду и марганцевую руды?
- 9 Что применяется в качестве флюсов?
- 10 Устройство конверторов.
- 11 Устройство мартеновской печи. Регенераторы.

12 Устройство электродуговой печи. Примеры плавки.

13 Устройство индукционной высокочастотной печи.

14 Технология выплавки стали в электродуговых печах.

15 Технология выплавки стали в индукционных печах.

16 Сущность электроннолучевой плавки металлов. Качество стали.

17 Сущность электрошлакового переплава. Качество стали.

18 Вакуумирование стали. Качество. Суть.

19 Рафинирование стали в ковше.

19 Обозначение марок легированных сталей. Расшифровать: 20Х3Н4, 38ХМЮА, 10Х18Н9ТА, Х12МФ.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69

2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34

2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Практическое занятие 5

Тема: Технология производства меди. Исходные материалы.

Рафинирование. Применение

Цель: изучить технологию производства меди, исходные материалы.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
исходные материалы для производства меди.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
применение цветных металлов и сплавов в современной технике.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
методикой технологии производства меди.

Формируемые компетенции: ОПК-21, ОПК-5, ОПК-9.

Актуальность темы: Применение цветных металлов и сплавов в современной технике

Теоретическая часть

Разделение металлов на черные и цветные условно. К черным относятся железо, хром, марганец. Остальные к цветным. Медь - розовый цвет. Золото - желтый. Остальные как серебро – серый (белый) цвет.

Металлы разделяют на четыре группы:

- тяжелые (медь, никель, свинец, цинк, олово)
- легкие (алюминий, магний, кальций, калий, натрий, литий, барий, бериллий);
- благородные (золото, серебро, платина и ее природные спутники родий, иридий, палладий, осмий);
- редкие (тугоплавкие: молибден, вольфрам, ванадий, титан, ниобий, тантал и цирконий; легкие редкие: стронций, скандий, рубидий и цезий; радиоактивные: уран, радий, торий, актиний и протактиний; рассеянные и редкоземельные: германий, галлий, гафний, индий, лантан, таллий, церий и

рений). Промышленное значение цветных металлов особенно возросло с развитием современной техники, в том числе связанной с реактивной и атомной энергетикой, освоением космического пространства и расцветом радиоэлектроники.

Наиболее массово применяют металлы: медь, цинк, свинец, олово, никель, алюминий, магний и титан. Расширяется область применения никеля, хрома, молибдена, вольфрама для нужд авиации, реактивных двигателей. Огромные энергетические ресурсы сулит применение радиоактивных элементов. Сильно возросла роль многих металлов и металлоидов, в том числе полупроводниковых материалов (бора, германия, селена, теллура, кремния) в развитии приборостроения, радио-электроники, радиолокации и вычислительной техники.

В связи с развитием квантовой техники, передач электроэнергии и сверхпроводящим проводом при 5-8 °К большое значение приобретают металлы алюминий, галлий, ванадий, титан, олово и др. При сверхнизких температурах приобретающие сверх проводимость. В этой области выдающиеся труды советских ученых во главе с академиком Капицей П.Л.

Методы производства цветных металлов весьма разнообразны: пирометаллургический, гидрометаллургический, электролитический, металлотермический, химикотермический, цианирование и хлоридвозгонка.

Мы рассмотрим получение меди и алюминия.

Производство основных цветных, металлов составляет 5-8 % от производства черных. По электропроводности медь лишь немного уступает серебру и в 1,7 раза выше, чем у алюминия, примерно в 6 раз выше чем у платины и железа, медь пластична имеет невысокую твердость - 80 кГ/мм². (800 МПа).

Медь и ее сплавы находят широкое применение в электропередачах, электромашиностроении, приборостроении, холодильной технике. Около 50 % меди расходуется в электропромышленности. Сплавы меди могут содержать кроме меди Zn, Sn, Al, Be, Ni, Cu, Fe, Ti, Ag, Au, и др., реже P, S, Si и др.

Наиболее широко применяются сплавы на основе меди: бронза и латунь.

Производство меди. Исходные материалы для получения меди.

Медная руда содержит меди 0,5-6%. В рудах медь находится обычно в виде сернистых соединений ($CuFeS$ - медный колчедан, Cu_2S - халькозин, CuS – ковелин), окислов (Cu_2O - куприт, CuO – тонорит), гидрокарбонатов ($CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ – азурит). Пустая порода состоит из пирита FeS_2 , кварцита SiO_2 , карбонатов $MgCO_3$, $CaCO_3$, силикатов и окислов железа. Сульфидные руды содержат до 6% Cu , до 40% Fe , до 46% S . Примерно 5% встречается самородная медь. Флюсы-кремнезем SiO_2 , известняк $CaCO_3$, кокс.

Подготовка медных руд к плавке.

Обогащение медных руд методом флотации. Руда измельчается в шаровых мельницах до частиц 0,05-0,5 мм, а затем в нее добавляют (100 – 300г/т) флотаномой водной пленки. Частицы меди прилипают к пузырькам воздуха и всплывают. Получается медный концентрат с содержанием меди до 35%, 40-50% S и до 35% Fe .

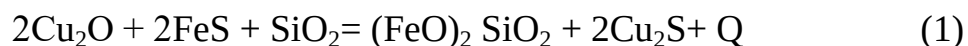
Концентраты обычно обжигают при $t = 600^\circ C$ в окислительной среде с тем, чтобы удалить до 50 % серы. Современный обжиговые печи обычно многоподовые диаметром до 8 и высотой до 2 м. В таких печах обжигают до 300 т в сутки. Сульфиды при температуре 325 – 810 ° C загораются и при горении выделяется тепло. Температуру обжига нельзя держать выше 850 ° C т. к. произойдет спекание шихты. Отходящие газы обычно используют для производства серной кислоты.

Получение черновой меди.

После окислительного обжига сульфидная медная руда и концентрат поступают в шахтные пламенные или электрические печи емкостью до 250 т, где получают путем их переплава штейн содержащий до 50 % Cu , до 40 % Fe и до 25% S . Температура плавления штейна около 1000 °C.

При температуре примерно 1300°C в полученном штейне восстанавливается оксид меди (CuO) и высшие оксиды железа. Образующийся оксид меди Cu_2O реагируя с FeS дает Cu_2S . Сульфиды меди и железа

сплавляются и образуют штейн. Конвертирование в цилиндрическом горизонтальном конверторе. Продувка воздухом. Окисляется железо



образующая закись меди Cu_2O растворяется в расплаве и взаимодействует с полу сернистой медью.



Конвертировать предложил в 1866 г. Г. С. Семенников и в 1880г. русский инженер А.А. Ауербах. Расход воздуха до 800м^3 /мин. Процесс идет 6-30ч.

Полученную черновую медь (98,5-99,5% Cu) разливают в стальные изложницы на ленточной разливочной машине.

Рафинирование меди огневым и электрическим методами.

При огневом рафинировании в отражательных пламенных печах процесс рафинирования сводится к окислению в меди примесей (Fe, Al, As, Mn, •Si, Sn, Sb, Pb). Окислы этих металлов переходят в шлак, а некоторые в виде паров уходят вместе с газами. Благородные металлы при огневом рафинировании из меди не выделяются. Процесс длится около суток. Окислы меди: разрушают путем обугливания в меди березовых шестов.



В результате медь получается плотной. Из нее получают слитки или плиты для электролитического рафинирования.

Электролитическое рафинирование - обеспечивают более высокую очистку меди и извлечение благородных примесей.

Электролиз ведется в ваннах ящичного типа, футерованных внутри свинцом или винипластом. Анодом служат плиты полученные после огневого рафинирования, а катодом служат тонкие листы из чистой меди. Электролит -

раствор сернокислой меди в 10-16 % серной кислоты. При пропускании постоянного тока анод растворяется, осаждается на катоде металлическая медь

Благородные металлы выпадают вместе со шламом на дно ванны. Осаждение чистой меди на катодах продолжается 10-12 дней. Получаются слитки до 80 кг. Расход 300 кВт ч/т. Сила тока 10000 А напряжение 100-200 В, плотность тока 100-300 А/м². Чистота меди 99,95 %. Катоды переплавляют в электропечах.

Задача

1. Определить состав оловянных бронз Бр010, Бр0ЦС-5-5-5.
2. Определить состав специальных бронз БрАЖН10-4-4, БрКМ_ц3-1.
3. Определить состав латуни Л96,ЛС59-1. ЛМ_цОС58-2-2-2 (см. расшифровку по тексту выше).

Задания

1. Описать свойства меди.
2. Описать свойства бронзы.
3. Описать свойства латуни.
4. Описать технологию производства меди.
5. Описать технологию рафинирования меди.

Практическое занятие 6

Тема: Продукция производства меди. Классификация.

Маркировка. Применение

Цель: изучить технологию производства меди, технологию рафинирования меди, классификацию и маркировку.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: классификацию и маркировку меди.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: применение цветных металлов и сплавов в современной технике.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: методикой технологии производства меди.

Формируемые компетенции: ОПК-21, ОПК-5, ОПК-9.

Актуальность темы: Значение цветных металлов и сплавов в современной технике.

Теоретическая часть

Медь относится к тяжелым цветным металлам, ее плотность $8,94 \text{ г/см}^3$, температура плавления $1083 \text{ }^\circ\text{C}$, кипения $2360 \text{ }^\circ\text{C}$, кристаллическая решетка - гранецентрированный куб. Механические свойства чистой меди после отжига: $\sigma = 220\text{-}240 \text{ МН/м}^2$, $\text{НВ } 45 \text{ МН/м}^2$, $\delta = 50\%$, $\varphi = 75 \%$. В чистом виде медь применяют для электротехнических целей (провода, шины, кабель). Согласно ГОСТ 854-96 имеется 10 марок технической меди (МОО, МО, М1, М1Р, М2, М2Р, М3, М3Р, М4).

Для деталей машин используют сплавы меди с цинком, оловом, алюминием, кремнием и др. (а не чистую медь) из-за их большей прочности: $30\text{-}40 \text{ кГ/мм}^2$ у сплавов и $25\text{-}29 \text{ кГ/мм}^2$ у технически чистой меди.

Медные сплавы (кроме бериллиевой бронзы и некоторых алюминиевых бронз) не принимают термической обработки, и их механические свойства и

износостойкость определяются химическим составом и его влиянием на структуру. Модуль упругости медных сплавов (900-12000 кГ/мм² ниже, чем у стали.

Основное преимущество медных сплавов - низкий коэффициент трения (что делает особенно рациональным применением их в парах скольжения), сочетающийся для многих сплавов с высокой пластичностью и хорошей стойкостью против коррозии в ряде агрессивных сред и хорошей электропроводностью. Величина коэффициента трения практически одинакова у всех медных сплавов, тогда как механические свойства и износостойкость, а также поведение в условиях коррозии зависят от состава сплавов, а следовательно, от структуры. Прочность выше у двухфазных сплавов, а пластичность у однофазных.

Марки медных сплавов.

Марки обозначаются следующим образом. Первые буквы в марке означают; Л - латунь и Бр. - бронза. Буквы, следующие за буквой Л в латуни или Бр. В бронзе, означают: А - алюминий, Б - бериллий, Ж - железо, К - кремний, Мц - марганец, Н - никель, О - олово, С - свинец, Ц - цинк, Ф. - фосфор. Цифры, помещенные после буквы, указывают среднее процентное содержание элементов. Порядок расположения цифр, принятый для латуней, отличается от порядка, принятого для бронз. **В марках латуни** первые две цифры (после буквы) указывают содержание основного компонента - меди. Остальные цифры, отделяемые друг от друга через тире, указывают среднее содержание легирующих элементов. Эти цифры расположены в том же порядке, как и буквы, указывающие присутствие в сплаве того или иного элемента. Таким образом, содержание цинка в наименовании марки латуни не указывается и определяется по разности. Например, Л68 означает латунь с 86% Си (в среднем) и не имеющую других легирующих элементов, кроме цинка; его содержание составляет (по разности) 14%. ЛАЖ 60-1-1 означает латунь с 60% Си, легированную алюминием (А) в количестве 1%, с железом (Ж) в

количестве 1%. Содержание цинка (в среднем) определяется вычетом из 100% суммы процентов содержания меди, алюминия, железа.

В марках бронзы (как и в сталях) содержание основного компонента - меди не указывается, а определяется по разности. Цифры после букв, отделяемые друг от друга через тире, указывают среднее содержание легирующих элементов; цифры расположенные в том же порядке, как и буквы, указывающие на легирование бронзы тем или иным компонентом.

Например, Бр.ОЦ10-2 означает бронзу с содержанием олова (О) ~ 10 % и цинка (Ц) ~ 2%. Содержание меди определяется по разности (из 100 %). БрКМцЗ~1 означает бронзу с 3 % Si, и 1 % Mn (и 96 % Си).

Медно-цинковые сплавы. Латунь.

По химическому составу различают латуни простые и сложные, а по структуре - однофазные и двухфазные.

Простые латуни легируются одним компонентом: цинком. Однофазные простые латуни имеют высокую пластичность; она наибольшая у латуней с 30-32 % цинка (латуни Л70 , Л67). Латуни с более низким содержанием цинка (томпаки и полутомпаки) уступают латуням Л68 и Л70 в пластичности, но превосходят их в электро- и теплопроводности. Они поставляются в прокате и поковках.

Двухфазные простые латуни имеют хорошие ковкость (но главным образом при нагреве) и повышенные литейные свойства и используются не только в виде проката, но и в отливках. Пластичность их ниже, чем у однофазных латуней, а прочность и износостойкость выше за счет влияния более твердых частиц второй фазы.

Прочность простых латуней 30-35 кГ/мм² при однофазной структуре и 40-45 кГ/мм² при двухфазной. Прочность однофазной латуни может быть значительно повышена холодной пластической деформацией. Эти латуни имеют достаточную стойкость в атмосфере воды и пара (при условии снятия напряжений, создаваемых холодной деформацией).

Бериллиевые бронзы.

Бериллиевые бронзы сочетают очень высокую прочность (σ до 120 кГ/мм²) и коррозионную стойкость с повышенной электропроводностью. Однако эти бронзы из-за высокой стоимости бериллия используют лишь для особо ответственных в изделиях небольшого сечения в виде лент, проволоки для пружин, мембран, сильфонов и контактах в электрических машинах аппарата и приборах.

Указанные свойства бериллиевые бронзы после закладки и старения, т.к. растворимость бериллия в меди уменьшается с понижением температуры.

Выделение при старении частиц химического соединения CuBe повышает прочность и уменьшает концентрацию бериллия в растворе меди.

Задача

- 1 Определить состав оловянных бронз Бр010, Бр0ЦС-5-5-5.
- 2 Определить состав специальных бронз БрАЖН10-4-4, БрКМ_ц3-1.
- 3 Определить состав латуни Л96,ЛС59-1. ЛМ_цОС58-2-2-2 (см. расшифровку по тексту выше).

Задания

- 1 Описать свойства меди.
- 2 Описать свойства бронзы.
- 3 Описать свойства латуни.
- 4 Описать технологию производства меди.
- 5 Описать технологию рафинирования меди.

Вопросы к практическому занятию 5,6

- 1 Разделение металлов на четыре группы.
- 2 Значение цветных металлов и сплавов в современной технике.
- 3 Наиболее массово применяемые металлы и сплавы на их основе.
- 4 Применение полупроводниковых материалов. Каких?

5 Методы производства цветных металлов.

6 Электропроводность меди и других металлов.

7 Сколько расходуется меди в чистом виде и в виде сплавов. Область применения.

8 Какие элементы могут добавляться в сплавы на основе меди.

9 Исходные материалы для производства меди.

10 Сущность методов обогащения медных руд.

11 Медные концентраты. Состав.

12 Технология получения черновой меди.

13 Рафинирование меди огневым и электролизным методами.

14 Медь. Свойства. Применение.

15 Медные сплавы на основе добавок олова.

16 Медные сплавы на основе добавок цинка.

17 Специальные бронзы. Состав. Свойства. Применение.

18 Специальные латуни. Состав. Свойства. Применение.

19 Коэффициент трения в медных сплавах. Применение медных сплавов.

20 Маркировка медных сплавов.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69

2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. –

Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34

2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Практическое занятие 7

Тема: Технология производства алюминия и его сплавов.

Классификация. Применение

Цель: изучить технологию производства алюминия и его сплавов, классификацию.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: классификацию алюминия и его сплавов.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: применение цветных металлов и сплавов в современной технике.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: методами обработки алюминия с целью получения определенных изделий.

Формируемые компетенции: ОПК-21, ОПК-5, ОПК-9.

Актуальность темы: Знание методов обработки алюминия с целью получения определенных изделий.

Теоретическая часть

Алюминий - элемент III группы Периодической системы элементов Д.И. Менделеева, порядковый номер 13, атомная масса 26,98, температура плавления 660 °С. Наиболее важной особенностью алюминия является низкая плотность - 2,7 г/см³, против 7,8 г/см³ для железа и 8,94 г/см³ для меди. Алюминий обладает высокой электропроводностью (2,6548 Ом • мм²/м), составляющей 65 % от электропроводности меди. Теплопроводность 0,57 кал/см•с•°С. В зависимости от чистоты различают алюминий особо чистый, высокой чистоты и технической чистоты.

Технический алюминий изготавливается в виде листов, профилей, прутков и других полуфабрикатов и маркируется АД0 и АД1. В качестве примесей в алюминии присутствуют Fe, Si, Cu, Mn, Zn. Алюминий обладает высокой коррозионной стойкостью вследствие образования на его поверхности тонкой прочной пленки Al₂O₃. Чем чище алюминий, тем выше коррозионная

стойкость. Механические свойства отожженного алюминия высокой чистоты: $\sigma_B = 5 \text{ кГ/мм}^2$, $\sigma_{0.2} = 1,5 \text{ кГ/мм}^2$, $\delta = 50 \%$, а технического алюминия: $\sigma_B = 8 \text{ кГ/мм}^2$, $\sigma_{0.2} = 3 \text{ кГ/мм}^2$, $\delta = 35 \%$. Модуль нормальной упругости 7100 кГ/мм^2 . Холодная пластическая деформация повышает предел прочности технического алюминия до 15 кГ/мм^2 , но относительное удлинение снижается до 6% . Алюминий легко обрабатывается давлением, но обработка резанием затруднена, сваривается всеми видами сварки. Технический алюминий применяют для изготовления элементов конструкций и деталей, не несущих нагрузки, когда требуется высокая пластичность, хорошая свариваемость, сопротивление коррозии и высокие тепло- и электропроводность. Так, например, из технического алюминия изготавливают различные трубопроводы, палубные надстройки морских и речных судов, кабели, электропровода, шины, конденсаторы, корпуса часов, фольгу, витражи, перегородки в комнатах, двери, рамы, посуду, цистерны для молока и т.д. Алюминий высокой чистоты предназначен для фольги, токопроводящих и кабельных изделий. Более широко используются сплавы алюминия.

Классификация алюминиевых сплавов.

Наибольшее распространение получили сплавы Al-Cu, Al-Si, Al-Mg, Al-Cu-Mg, Al-Cu-Mg-Si, Al-Mg-Si, а также Al-Zn-Mg-Cu. В равновесном состоянии эти сплавы представляют собой низколегированный твердый раствор и интерметаллидные фазы CuAl (θ -фаза), Mg_2Si , Al_2CuMg (S-фаза), Al_6CuMg_4 и $\text{Al}_2\text{Mg}_3\text{Zn}_3$ (T-фаза), Al_3Mg_2 и другие.

Все сплавы алюминия можно разделить на три группы: 1) деформируемые, предназначенные для получения полуфабрикатов (листов, плит, прутков, профилей труб и т.д.), а также поковок и штамповок путем прокатки, прессования,ковки и штамповки; 2) литейные, предназначенные для фасонного литья; 3) получаемые методом порошковой металлургии (САП - спеченные алюминиевые порошки, САС - спеченные алюминиевые сплавы).

Деформируемые сплавы по способности упрочняться термической обработкой подразделяют на сплавы, не упрочняемые термической обработкой, и сплавы, упрочняемые термической обработкой.

Сплавы алюминия широко применяются в тех случаях, когда важно снижение массы машины (конструкции).

Получение металлического алюминия.

Алюминий - серебристо-белый металл, обладающий хорошей электропроводностью и теплопроводимостью. По электропроводности он уступает только серебру и меди. На воздухе в присутствии влаги алюминий покрывается синевато-серой пленкой, защищающей его от дальнейшего окисления. Плотность алюминия 2700 т/см^3 , температура плавления 659°C . Главные природные запасы алюминия заключены в бокситах, алунитах, нефелинах и глинах. Наибольшее промышленное применение получили бокситы, которые содержат 30 - 57 % Al_2O_3 .

Технология производства алюминия включает следующие процессы: получение чистого глинозема из руды, получение первичного алюминия электролизом глинозема, рафинирование первичного алюминия. Чистый глинозем Al_2O_3 получают из бокситов щелочным, кислотным, электрометаллургическим и комбинированным методом.

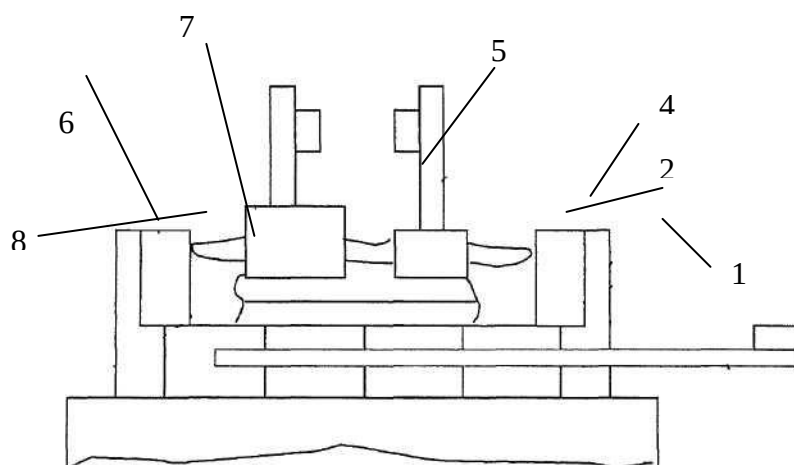


Рисунок 9. Схема электролизной ванны для получения алюминия:

- 1 – катодные шины; 2 – угольные плиты; 3 – футеровка; 4 – кожух; 5 – анодные стежки; 6 – угольные блоки; 7 – шихта; 8 – дно ванны

Металлический алюминий получают по методу электролиза глинозема, растворенного в криолите. Электролизная ванна заключена в стальной кожух 4, внутри она выложена угольными блоками 2. К подине подведены катодные шины 1, и весь корпус ванны является катодным устройством. Анодами служат блоки 7, которые присоединены к электродержателям 5. Через загруженную глиноземом и криолитом ванну пропускают постоянный ток силой 70 - 75 кА и напряжением 4 - 4,5 В. Шихта нагревается и расплавляется теплотой, выделяющейся при прохождении тока между анодом и катодом. Рабочая температура составляет 930 - 950 °С. Образующийся в процессе электролиза жидкий алюминий собирается на подине ванны, откуда его выкачивают вакуум-насосом в ковш.

После рафинирования хлором получают алюминий чистотой до 99,85%, а после дальнейшего электрического рафинирования - чистотой до 99,99%.

Характеристика полученного алюминия. Маркировка и применение.

Характерные свойства алюминия - высокая пластичность, теплопроводность, электропроводность и малая прочность. Он слабо подвергается коррозии на воздухе, в пресной воде и некоторых других средах благодаря тому, что на его поверхности образуется плотная оксидная пленка Al_2O_3 .

Алюминий широко применяют для электротехнических целей, изготовления трубопроводов, цистерн для молока, посуды и т.д. Как конструкционный материал применять алюминий нецелесообразно из-за низкой прочности.

По степени чистоты ГОСТ 11069-85 предусматривает алюминий особой чистоты А999, высокой чистоты А995, А99, А97, А95 и технической чистоты А85, А7, А6, АО. Технический алюминий изготавливают в виде листов, прутков, проволоки и других полуфабрикатов, маркируют АД и АД1.

Механические свойства отожженного алюминия высокой чистоты: $\delta_B = 50 \text{ МПа}$ и технического алюминия АДМ.

Благодаря высокой пластичности в отоженном состоянии алюминий легко обрабатывается давлением, но обработка резанием затруднена. В современной технике широко применяют сплавы на алюминиевой основе, которые по своим технологическим свойствам можно разделить на 2 группы:

литейные сплавы, из которых детали изготавливают методом литья; деформируемые сплавы, из которых изготавливают различные полуфабрикаты прокаткой, прессованием, волочением, ковкой.

Алюминиевые сплавы.

АЛ1, АЛ2...АЛ30; АК1, АК2...АК30; Д1, Д6, Д20.

Литейные и деформируемые, дюралюмины. Цифры – порядковый номер марки.

Задача (пример)

1 Определить назначение алюминиевых сплавов типа АЛ1, АЛ2...АЛ30. Расшифровать А – алюминиевый сплав; Л – литейный. Цифры – порядковый номер в таблице, где приводится состав и свойства.

2 Определить назначение алюминиевых сплавов типа АК1, АК2...АК30. Расшифровать А – алюминиевый сплав; К – деформируемый. Применяется для получения деталей, заготовок методами обработки давлением.

Задания

1. Как разделяются марки алюминия по степени содержания примесей.
2. Марки чистого алюминия.
3. Наименование, состав и применение алюминиевых сплавов типа Д1, Д6, Д16, Д20.
4. Описать электролиз оксида алюминия. Рафинирование полученного алюминия.
5. Определить удельную прочность алюминиевых сплавов и сравнить ее с удельной прочностью конструкционной стали 50.

Вопросы к практическому занятию 7

1. Основные параметры алюминия согласно таблице Менделеева.
2. Механические и электрические свойства алюминия.
3. В каком виде получают полуфабрикаты из алюминия?
4. Методы обработки алюминия с целью получить определенные изделия.
5. Применение технического алюминия.
6. Классификация алюминиевых сплавов.
7. Разделение алюминиевых сплавов на группы.
8. В каком случае рекомендуется применять алюминиевые сплавы в промышленности?
9. Технология электролиза алюминия.
10. Рафинирование алюминия.
11. Устройство электролиза для производства алюминия.
12. Режим электролиза алюминия.
13. Маркировка чистого алюминия.
14. Удельная прочность алюминиевых сплавов.
15. Алюминиевые сплавы литейные и деформируемые.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69
2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-

270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34

2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Практическое занятие 8

Тема: Основы технологии литейного производства. Классификация.

Продукция. Применение

Цель: изучить основы технологии литейного производства, способы литья; способы изготовления литейных форм; изучить материалы, инструменты, применяемые в литейном производстве.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: материалы, инструменты, применяемые в литейном производстве.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: описать состав формовочной и стержневой смеси.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: способами литья, изготовления литейных форм.

Формируемые компетенции: ОПК-21, ОПК-5, ОПК-9.

Актуальность темы: Изготовление фасонных заготовок или деталей путем разливки расплавленного металла в специальную форму, полость которой имеет конфигурацию заготовки (детали) относится к литейному производству.

Теоретическая часть

Литейное производство-отрасль машиностроения, занимающаяся изготовлением фасонных заготовок или деталей путем разливки расплавленного металла в специальную форму, полость которой имеет конфигурацию заготовки (детали). При охлаждении залитый металл затвердевает и в твердом состоянии сохраняет форму той полости, в которую он был залит.

Для изготовления отливок применяют следующие способы литья: литье в песчаные формы, в оболочковые формы, по выплавляемым моделям, в кокиль, под давлением, центробежное литье и т.д.

Литье в песчаные формы

Литье в песчаные формы начинается со сборки литейных форм. Далее следует заливка литейных форм - процесс заполнения полости литейной формы расплавленным металлом из чайниковых, барабанных и других ковшей. Следующим этапом является охлаждение отливок в литейных формах после заливки и продолжается до температуры выбивки. Небольшие тонкостенные отливки охлаждаются в форме несколько минут, а толстостенные (массой до 50-60 т)- в течение нескольких суток и даже недель. Затем, затвердевшие и охлажденные до определенной температуры отливки удаляют из литейной формы, при этом литейная форма разрушается. Выбивку отливок осуществляют на различных выбивных установках. После выбивки отливки подвергаются обрубке и очистке.

Современные способы изготовления литейных форм

Основные операции изготовления форм (формовки): уплотнение формовочной смеси для получения точного отпечатка модели в форме и придание форме достаточной прочности; устройство вентиляционных каналов для вывода газов из полости формы образующихся при заливке; извлечение модели из формы; отделка и сборка форм. По степени механизации различают формовку: ручную и машинную.

Ручную формовку применяют для получения одной или нескольких отливок в условиях опытного производства, при изготовлении крупных отливок (массой до 200 т). На практике используют различные приемы ручной формовки.

Формовка в парных опоках по разъемной модели наиболее распространена. Литейную форму (рисунок 10) состоящую из двух полуформ, изготавливают по разъемной модели (рисунок 10 а) в такой последовательности: на модельную плиту 3 устанавливают нижнюю половину модели 1, модели питателей 4 и опоку 5 (рисунок 10), в которую засыпают формовочную смесь и уплотняют. Опоку поворачивают на 180 (рисунок 10 в) устанавливают верхнюю половину модели 2, модели шлакоуловителя 9, стояка 8 и

выпоров 7. По центрирующим штырям устанавливают верхнюю опоку 6, засыпают формовочную смесь и уплотняют. После извлечения модели стояка и выпоров форму раскрывают. Из полуформ извлекают модели (рисунок 10 з) и модели питателей и шлакоуловителей, в нижнюю полуформу устанавливают стержень 10 (рисунок 10 д) и накрывают нижнюю полуформу верхней.

Специальные способы литья.

Точность геометрических размеров, шероховатость поверхности отливок, полученных в песчаных формах, во многих случаях не удовлетворяет требованиям современной техники. Поэтому быстрыми темпами развиваются специальные способы литья: в оболочковые формы, по выплавляемым моделям, кокильное, под давлением, центробежное и другие, позволяющие получать отливки повышенной точности, с малой шероховатостью поверхности, минимальными припусками на механическую обработку, а иногда полностью исключаящие ее, обеспечивают высокую производительность труда и т. д.

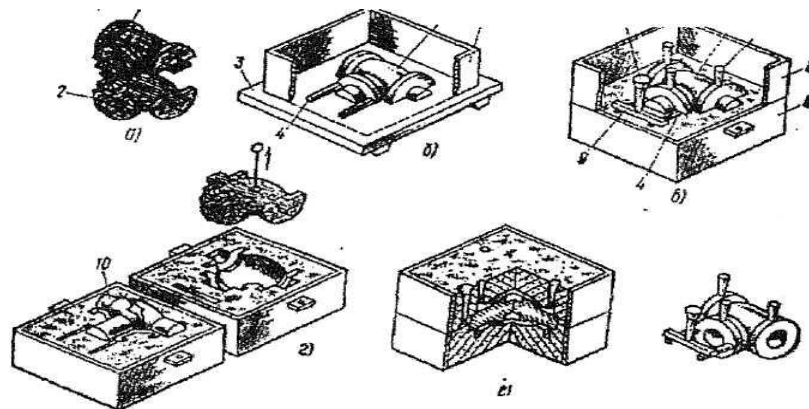


Рисунок 10 – Последовательность операций изготовления литейной формы корпуса вентиля

Литье в оболочковые формы.

Оболочковые формы (разъемные, тонкостенные), изготавливают следующим образом: металлическую модельную плиту 1, нагретую до температуры 200-250°C, закрепляют на опрокидывающем бункере 2

(рисунок 11 а) с формовочной смесью 3 и поворачивают его на 180° (рисунок 11 б). Формовочная смесь, состоящая из мелкозернистого кварцевого песка (93-96 %) и термореактивной смолы ПК-104 (4-7 %), насыпается на модельную плиту и выдерживается 10—30 с. От теплоты модельной плиты термореактивная смола в пограничном слое переходит в жидкое состояние, склеивает песчинки с образованием песчано-смоляной оболочки 4 толщиной 5-20 мм в зависимости от времени выдержки. Бункер возвращается в исходное положение (рисунок 11 в), излишки формовочной смеси ссыпаются, на дно бункера, а модельная плита с полутвердой оболочкой 4 снимается с бункера и нагревается в печи при температуре 300-350 °С в течение 1-1,5 мин, при этом термореактивная смола переходит в твердое необратимое состояние. Твердая оболочка снимается с модели специальными толкателями 5 (рисунок 11 г). Аналогично изготавливают и вторую полуформу.

Готовые оболочковые полуформы склеивают быстротвердеющим клеем на специальных прессах, предварительно установив в них литейные стержни, или скрепляют скобами. Оболочковые формы и стержни изготавливают на одно- и многопозиционных автоматических машинах и автоматических линиях.

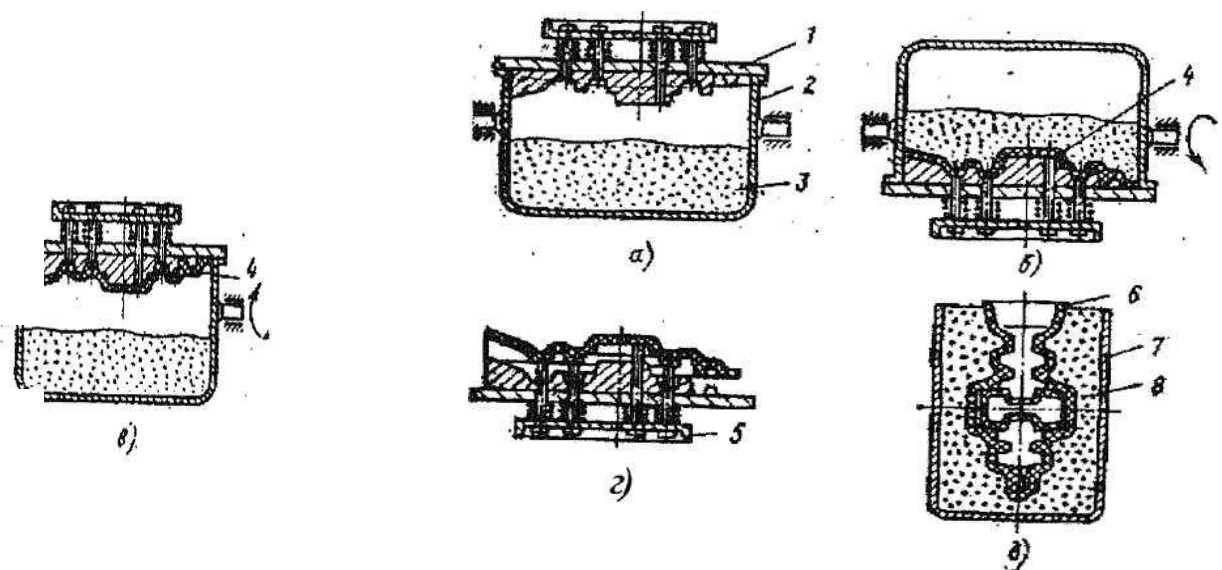


Рисунок 11 – Последовательность операций формовки при литье в оболочковые формы

Завивка форм производится в вертикальном или горизонтальном положении. При заливке в вертикальном положении литейные формы 6 помещают в опоки-контейнеры 7 и засыпают кварцевым песком или металлической дробью 8 (рисунок 11 д) для предохранения от преждевременного разрушения оболочки при заливке расплава. Литые в оболочковые формы обеспечивают высокую геометрическую точность отливок, так как формовочная смесь, обладая высокой подвижностью, дает возможность получать четкий отпечаток модели. В оболочковых формах изготавливают отливки с толщиной стенки 3-15 мм и массой 0,25—100 кг для автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных машин из чугуна, углеродистых сталей, сплавов цветных металлов.

Литье по выплавляемым моделям.

Этим способом отливки получают путем заливки расплавленного металла в формы, изготовленные по выплавляемым моделям многократным погружением в керамическую суспензию с последующими обсыпкой и отверждением. Разовые выплавляемые модели изготавливают в - пресс-формах из модельных составов, состоящих из двух или более легкоплавких компонентов (парафина, стеарина, жирных кислот, церезина и др.).

Модельный состав в пастообразной состоянии запрессовывают в пресс-формы 1 (рисунок 12 а). После затвердевания модельного состава пресс-форма раскрывается и модель 2 (рисунок 12 б) выталкивается в ванну с холодной водой. Затем модели собирают в модельные блоки 3 (рисунок 12 в) общей литниковой системой. В один блок объединяют 12—100 моделей.

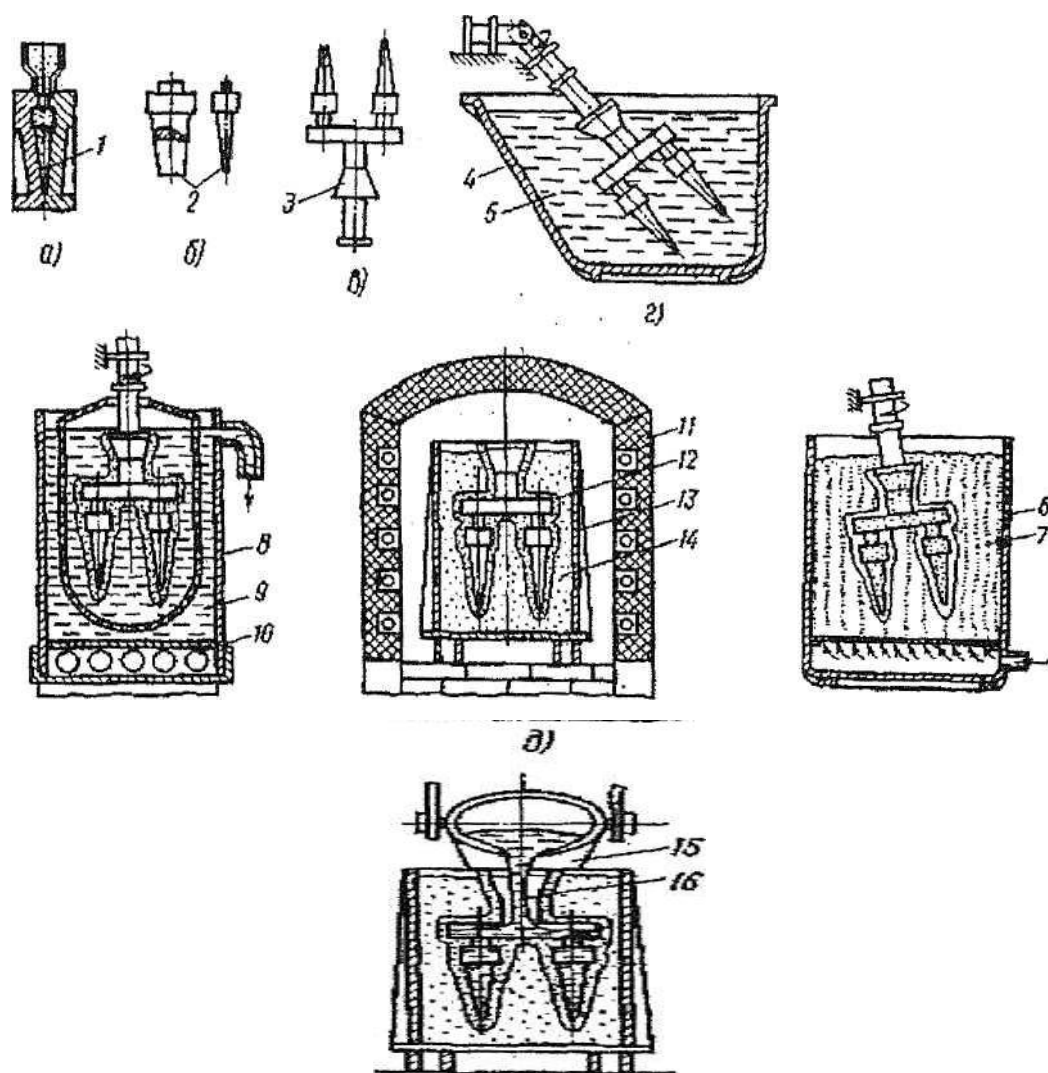


Рисунок 12 – Последовательность операций процесса литья по выплавляемым моделям

Формы по выплавляемым моделям изготовляют погружением модельного блока 3 в керамическую суспензию 5, налитую в емкость 4 (рисунок 12 з) с последующей обсыпкой кварцевым песком 7 в специальной установке 6 (рисунок 12 д). Затем модельные блоки сушат 2—2,5 ч на воздухе или 20—40 мин в среде аммиака. На модельный блок наносят четыре—шесть слоев огнеупорного покрытия с последующей сушкой каждого слоя.

Модели из форм удаляют выплавлением в горячей воде. Для этого их погружают на несколько минут в бак 8, наполненный водой 9, которая устройством 10 нагревается до температуры 80—90 °С (рисунок 12 е). После извлечения из ванны оболочки промывают водой и сушат в шкафах в течение

1,5—2 ч при температуре 200 °С. Затем оболочки 12 ставят вертикально в жаростойкой опоке 77 и вокруг засыпают сухой кварцевый песок 14 и уплотняют его, после чего форму направляют в электрическую печь 11 (рисунок 12 ж), в которой ее прокаливают не менее 2 ч при температуре 900-950 °С. Формы сразу же после прокали (горячими) заливают расплавленным металлом 16 из ковша 15 (рисунок 12 з). После охлаждения отливки форма разрушается. Отливки на обрезных прессах или другими способами отделяются от литников и для окончательной очистки направляются на химическую очистку в 45 % -ном водном растворе едкого натра, нагретом до температуры 150 °С. После травления отливки промывают проточной водой, сушат, подвергают термической обработке и контролю.

Литье в кокиль.

При литье в кокиль отливки получают путем заливки расплавленного металла в металлические формы - кокиля. По конструкции различают кокили: вытряхные (рисунок 13 а); с вертикальным разъемом (рисунок 13 б); с горизонтальным разъемом (рисунок 13 в) и др. Полости в отливках оформляют песчаными, оболочковыми или металлическими стержнями. Кокили с песчаными или оболочковыми стержнями используют для получения отливок сложной конфигурации из чугуна, стали и цветных сплавов, а с металлическими стержнями - для отливок из алюминиевых и магниевых сплавов.

Заключительная операция подготовки кокиля: нагрев его до температуры 150—350 °С. Температуру нагрева кокиля назначают в зависимости от сплава и толщины стенок отливки. Например, при изготовлении чугунных отливок толщиной стенок 5-10 мм кокиль нагревают до 300-350 °С, при толщине стенок 10-20 мм - до 150 - 250 °С, для алюминиевых и магниевых отливок - до 250-350 °С.

Используют однопозиционные и многопозиционные автоматические кокильные машины и автоматические кокильные линии изготовления отливок. Кокильное литье применяют в массовом и серийном производствах для изготовления отливок из чугуна, стали и сплавов цветных металлов с

толщиной стенок 3 - 100 мм, массой от нескольких десятков граммов до нескольких сотен килограммов.

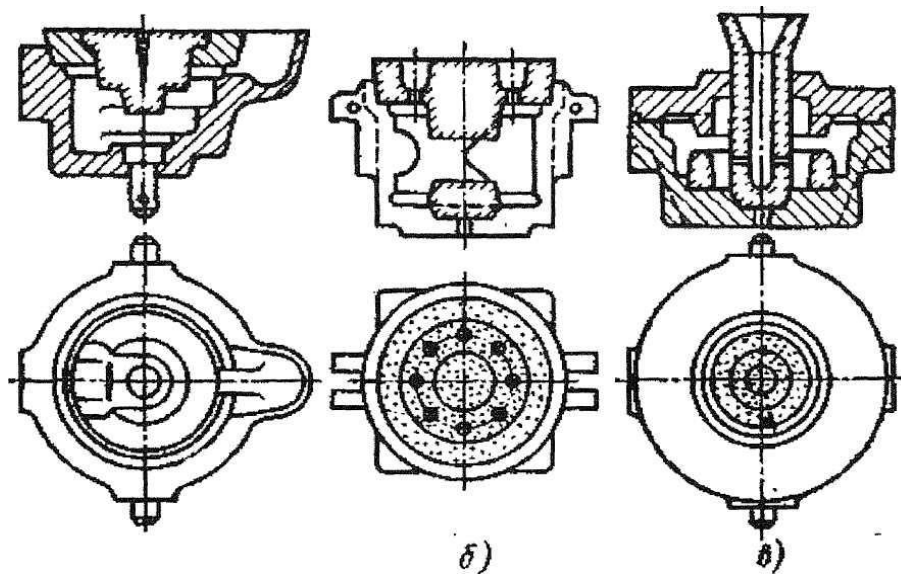


Рисунок 13 – Конструкции кокилей: *а* - неразъемные; *б* - с вертикальный разъемом; *в* - с горизонтальным разъемом

При литье в кокиль сокращается расход формовочной и стержневой смесей. Затвердевание отливок происходит в условиях интенсивного отвода теплоты от залитого металла, что обеспечивает более высокие плотность металла и механические свойства, чем у отливок, полученных в песчаные формы. Кокильные отливки имеют высокую геометрическую точность размеров и малую шероховатость поверхности, что снижает припуски на механическую обработку вдвое по сравнению с литьем в песчаные формы. Этот способ литья высокопроизводителен. Недостатки кокильного литья: высокая трудоемкость изготовления кокилей, их ограниченная стойкость, трудность изготовления сложных по конфигурации отливок.

Литье под давлением.

Литьем под давлением получают отливки в металлических формах (пресс-формах), при этом заливку металла в форму и формирование отливки осуществляют под давлением. Изготавливают отливки на машинах литья под давлением с холодной или горячей камерой прессования. В

машинах с холодной камерой прессования камеры прессования располагаются либо горизонтально, либо вертикально.

На машинах с горизонтальной камерой прессования порцию расплавленного металла заливают в камеру прессования, который плунжером под давлением 40-100 МПа подается в полость пресс-формы. Внутреннюю полость в отливке получают стержнем. После затвердевания отливки пресс-форма раскрывается, извлекается стержень и отливка выталкивателями 6 удаляется из рабочей полости пресс-формы. Перед заливкой пресс-форму нагревают до 120—320 °С. После удаления отливки рабочую поверхность пресс-формы обдувают воздухом и смазывают специальными материалами для предупреждения приваривания отливки к пресс-форме. Воздух и газы удаляют через каналы глубиной 0,05—0,15 мм и шириной 15 мм, расположенные в плоскости разъема пресс-формы, или вакуумированием рабочей полости перед заливкой расплавленного металла. Такие машины применяют для изготовления отливок из медных, алюминиевых, магниевых и цинковых сплавов массой до 45 кг.

На машинах с горячей камерой прессования камера прессования расположена в обогреваемом тигле с расплавленным металлом. При верхнем положении плунжера расплавленный металл через отверстие заполняет камеру прессования. При движении плунжера вниз отверстия перекрываются, сплав под давлением 10-30 МПа заполняет полость пресс-формы. После затвердевания отливки плунжер возвращается в исходное положение, остатки расплавленного металла из канала сливаются в камеру прессования, а отливка из пресс-формы удаляется выталкивателями 6. Такие машины используют при изготовлении отливок из цинковых и магниевых сплавов массой от нескольких граммов до 25 кг.

При литье под давлением температуру заливки сплава выбирают на 10-20°С выше температуры ликвидуса.

Недостатки литья под давлением - высокая стоимость пресс-форм и оборудования; ограниченность габаритных размеров и массы отливок;

наличие воздушной пористости в массивных частях отливок, снижающей прочность деталей, и др. В настоящее время создаются автоматизированные установки литья под давлением, в которых автоматически производятся смазывание пресс-форм, регулирование их теплового режима, подача расплавленного металла в камеру прессования, извлечение отливки и транспортирование ее к обрезающему прессу для удаления литников.

Центробежное литье.

При центробежном литье сплав заливают во вращающиеся формы; формирование отливок осуществляется под действием центробежных сил, что обеспечивает высокую плотность и механические свойства отливок (рисунок 14).

Центробежным литьем отливки изготовляют в металлических, песчаных, оболочковых формах и в формах для литья по выплавляемым моделям на центробежных машинах с горизонтальной и вертикальной осью вращения.

Преимущества центробежного литья – получение внутренних полостей трубных заготовок без применения стержней; большая экономия сплава за счет отсутствия литниковой системы.

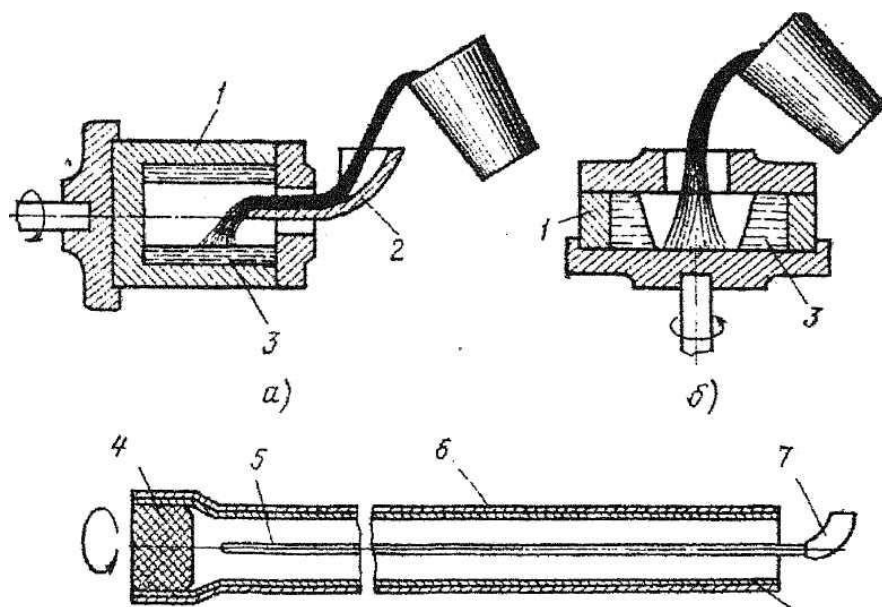


Рисунок 14 – Схема машин для центробежного литья:

а- машина с горизонтальной осью вращения; б— машина с вертикальной осью вращения, в
 — машина для литья чугунных раструбных труб

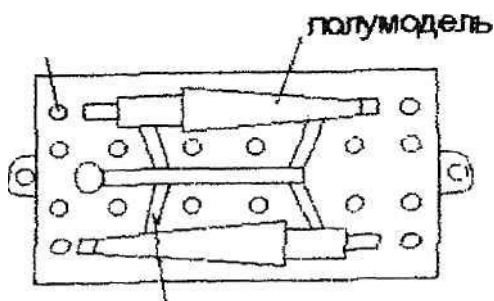
Машинная формовка.

Машинная формовка позволяет резко увеличить производительность труда по сравнению с формовкой вручную, сократить площади литейных цехов, получать более точные отливки, уменьшить брак литья, снизить себестоимость и улучшить культуру труда.

При машинной формовке большое значение приобретает модельная оснастка. Обычно машинную формовку выполняют по металлическим моделям (рисунок 15) установленным на модельные плиты. Монтаж моделей осуществляется или с неподвижными соединениями или на шпильках.

На монтаж модельных плит и их переналадку затрачивается 15-25 % рабочего времени. Поэтому машинная формовка экономически оправдана при серийном и массовом выпуске отливок. Для уменьшения затрат времени на переналадку разработаны универсальные быстрозаправляемые модельные плиты.

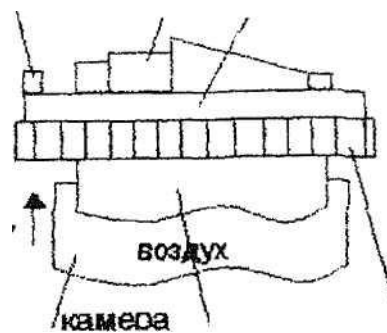
штифты



литниковая система

штифт полумодель

модельная плита



поршень стол

Рисунок 15 - Модельная плита

Рисунок 16 - Схема машинной формовки

При машинной формовке механизмируется две основные операции: уплотнение формовочной смеси в опоке и выемка моделей из полуформ.

Прессовые машины

Применяют с верхним и нижним прессованием. В машинах с верхним прессованием (рисунок 17) уплотняющее давление действует сверху. Поэтому наибольшая плотность смеси будет в верхней части опоки.

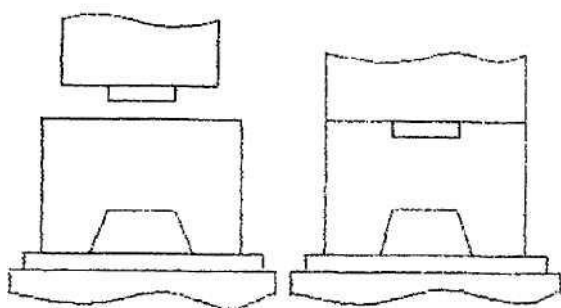


Схема верхнего прессования

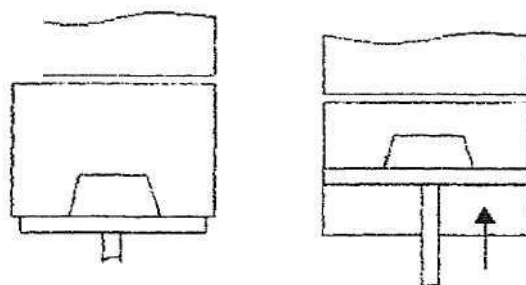


Схема нижнего прессования

Рисунок 17 – Схемы уплотнения формовочной массы

В машинах с нижним прессованием прессовую колодку подводят в плотную к поверхности опоки. При подъеме стола машины формовочная смесь из углубления в неподвижной части стола впрессовывается в опоку самой моделью и модельной плитой.

При нижнем прессовании большее уплотнение достигается у поверхности модели. Это лучше, чем иметь рыхлую зону у модели.

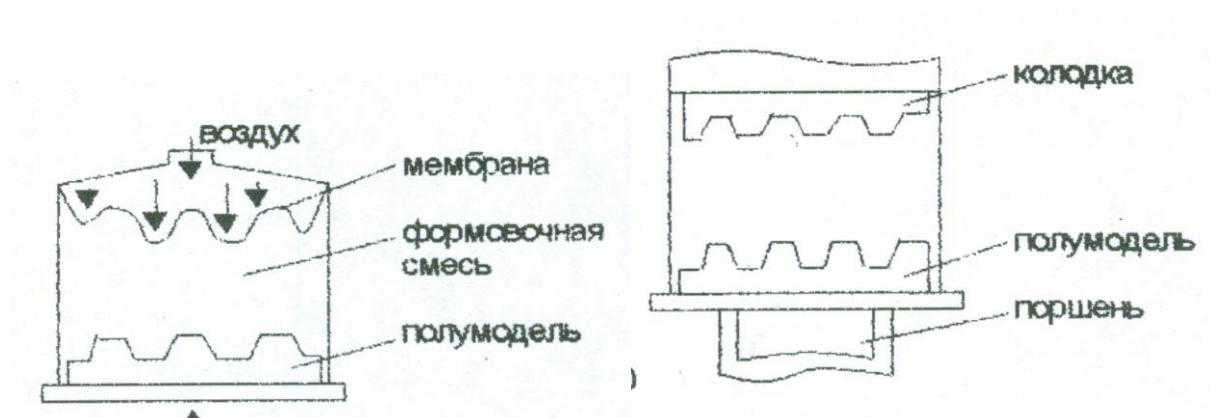


Схема прессования с профильной

Схема прессования при помощи колодки
мембраны

Рисунок 18 – Машинная формовка с приспособлениями

В обычных прессовых машинах $P_{уд} = 0,5 МН/мм^2$ ($5 кГ/см^2$), Новые машины позволяют $P_{уд} = 20 кГ/см^2$ благодаря высокому давлению формы получается более точные, гладкие меньшие припуски на механическую обработку.

Встряхивающие машины

Встряхивающие машины уплотняют формовочную смесь за счет инерционных сил, возникающих при многократно повторяемом встряхивании.

Пневматические встряхивающие формовочные машины получили широкое применение в литейных механизированных цехах.

В процессе встряхивания стол машины вместе с закрепленной на ней опокой быстро поднимается и опускается, ударяясь о станину машины. Высота подъема стола 25 -100 мм, число ударов 8-80 раз (рисунок 19).

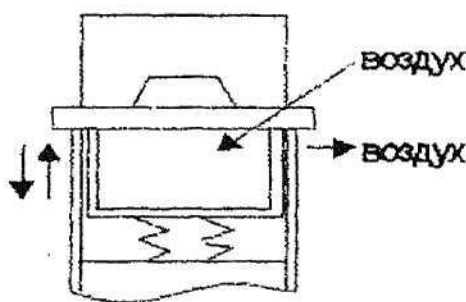


Рисунок 19 – Схема машины встряхивающего типа

Преимуществом встряхивающих машин является возможность изготовления форм разных размеров до нескольких десятков тонн. Опоки могут быть большой высоты однако производительность их меньше чем у прессовых, сильный шум. Поэтому встряхивающие машины делают с подпрессовкой для уменьшения числа ударов и уменьшения шума. При встряхивании нижний слой, прилегающий к модели уплотняется лучше, его поэтому делают с подпрессовкой.

Пескометы.

Уплотнение до $40 м^3$ смеси в час. Для крупных опивок Особенность пескометных машин: они производят заполнение и одновременное ее уплотнение. Извлечение модели - подъемными механизмами.

Основной частью пескомета является метательная головка (рисунок 20).



Рисунок 20 – Схема пескометной машины

Формовочная смесь поступает по транспортеру в кожух головки подхватывается метательными ковшами, вращающимися 1500 об/мин выбрасывается в опоку через отверстие для выброса. Из-за большой скорости (30 м/с) выброса формовочная смесь хорошо и равномерно уплотняется в опоках любой высоты Управление с пульта. Пескометры легко поддаются программированию (траектория, полеты, смеси).

Пример задачи

1 Описать технологию ручной формовки.

- установка полумодели на подмодельную доску;
 - установка опоки, припудривание модели;
 - нанесение слоя облицовочной смеси толщиной 30–40 мм;
 - заполнение оставшегося объема опоки наполнительной смесью;
 - уплотнение формовой смеси;
 - выполнение дополнительных газоводов дутником;
 - переворот опоки на 18°;
 - нанесение разделительного песка вокруг модели;
 - установка второй опоки, припудривание и повторение предыдущих операций
- плюс установка элемента литниковой схемы-стояка;

- извлечение полумодели (полумоделей);
- сборка формы (из двух или более опок);
- заливка жидкого металла, охлаждение;
- извлечение отливки, обрубка и очистка.

Задания

1 Описать состав формовочной и стержневой смеси. Требования.

Классификация.

2 Технология машинной формовки. Виды.

3 Дать анализ трудоемкости получения форм и отливок.

4 Кратко дать описание технологии специальных методов литья.

5 Модельно-опочная оснастка. Материалы. Инструменты. Назначение.

Вопросы к практическому заданию 8

1 Что понимается под литейным производством?

2 Технология литья в песчаные формы.

3 Современные способы изготовления литейных форм.

4 Формовка в двух опоках.

5 Модели и стержневые ящики. Материал. Назначение.

6 Модельно-опочная оснастка для ручной формовки.

7 Специальные способы литья. Сущность. Применение.

8 Технология литья в оболочковые формы.

9 Состав оболочковых форм. Соединение половинок.

10 Технология заливки оболочковой формы и выбивка отливки.

11 Материал для оболочковых форм.

12 Сущность прецизионного (точного) литья. Технология.

13 Модельный состав и технология изготовления формы.

14 Извлечение отливки (ёлки) при точном литье.

15 Продукция точного литья.

- 16 Кокили для литья. Материал. Конструкции.
- 17 Подготовка кокиля под заливку жидким металлом.
- 18 Извлечение отливки из кокиля.
- 19 Сущность литья под давлением. Схемы. Изделия.
- 20 Центробежное литье. Виды устройств. Продукция.
- 21 Машинная формовка. Оборудование. Модельные плиты.
- 22 Виды машин для машинной формовки. Операции.
- 23 Требования к формовочным и стержневым смесям.
- 24 Обработка отливок после охлаждения.
- 25 Методы получения жидкого металла для получения отливок.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69
2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34

2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Практическое занятие 9

Тема: Технология обработки металлов давлением.

Оборудование. Виды ОМД. Продукция

Цель: изучение методики разработки технологического процесса поковки.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: материалы, инструменты, применяемые в литейном производстве.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: разработки технологического процесса поковки.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: методикой разработки технологического процесса поковки.

Формируемые компетенции: ОПК-21, ОПК-5, ОПК-9.

Актуальность темы: Знание этапов разработки технологического процесса поковки.

Теоретическая часть

Между атомами металлов действуют уравнивающие силы. При применении внешней силы равновесие нарушается и атомы смещаются относительно друг друга до тех пор пока не будет достигнуто новое равновесие между атомами притяжения и отталкивания с одной стороны и внешней силой с другой. Такой металл находится в напряженно - деформированном состоянии.

Пластической деформации всегда предшествует упругая деформация. Она сохраняется до тех пор пока действует внешняя сила.

Если сдвиг атомов происходит в пределах параметров кристаллической решетки, то такую деформацию называют упругой. После снятия внешней силы искажение кристаллической решетки исчезает и атомы возвращаются в исходное состояние. Если сдвиг атомов превышает параметры кристаллической

решетки, то деформацию называют упруго кристаллической. После снятия внешней силы искажение решетки может исчезнуть (при соответствующей температуре), но атомы в исходное состояние не возвращается. Такая деформация называется пластической.

Изменение формы тела (заготовки) может происходить в направлении трех главных осей XYZ. При этом каждая точка стремится перемещаться в том направлении в котором создается наименьшее сопротивление ее перемещению это положение называется законом наименьшего сопротивления, который сформулировал СИ. Губкин.

А Головин А.Ф. открыл, что любая точка движется по нормали к периферии в результате заготовка любой формы в конечном итоге становится округлой.

Пластичность металла зависит от химического состава, температуры нагрева и степени деформации, условий трения на поверхности контакта металла и инструмента, а также от схемы напряженно деформированного состояния. Чем большее сжимающее напряжение, тем больше способность металла к пластическому деформированию. Напряжения должны быть не равными. В противном случае пластической деформации не будет.

Максимальная главная деформация определяет текстуру - ориентировку зерен металла. «Пластичность это не свойство, а состояние металла» (Губкин СИ.).

Литой металл менее пластичен, чем мелкозернистый, чистые металлы более пластичны чем сплавы, нагрев металла до определенных температур сильно увеличивает пластичность. Увеличение скорости деформации увеличивает сопротивление деформированного, и т.е. уменьшает пластичность т.к. не успевают пройти процессы рекристаллизации и получается наклеп. Поэтому при ковке молотом удельные усилия больше чем на прессе для одной и той же степени деформации.

Всестороннее неравномерное сжатие вызывает наиболее высокую пластичность металла.

Свободной ковкой изготавливают в условиях индивидуального и мелкосерийного производств поковки массой примерно от 150 г до 300-350 т. Свободную ковку проводят на гидравлических прессах (тяжелые поковки), паровоздушных молотах (средние поковки массой 8-750 кг) и на пневматических молотах (мелкие поковки). Исходными заготовками для свободнойковки служит, блюмсы и в некоторых случаях слитки.

Свободная ковка. Этапы. Пример задания.

- Проектирование поковки.
- Расчет размеров и массы заготовки для поковки.
- Назначение кузнечных переходов.
- Выбор оборудования.
- Определение режима нагрева и охлаждения.
- Назначение термообработки для поковки.

Проектирование поковки. Чертеж поковки разрабатывают по чертежу детали. Размеры поковки по сравнению с размерами готовой детали увеличивают на величину припуска. Для упрощения формы поковки по отдельным поверхностям (получение которых ковкой невозможно или затруднительно) дают местное увеличение припуска, называемое *напуском*. На все размеры поковки назначают *допуски*.

Расчет размеров и массы заготовки. Массу исходной заготовки G_3 , при ковке из проката определяют по формуле:

$$G_3 = G_n + G_0, \quad (1)$$

где G_n - масса поковки, кг;

G_0 - масса отходов на обсечки и угар, кг.

Если поковка обрабатывается резанием, то подсчет массы металла проводят по номинальным размерам поковки без учета допусков. Если поковка механически не обрабатывается, то подсчет массы металла поковки проводят с учетом максимальных значений допусков, т. е. по максимальным размерам поковки.

Массу поковки подсчитывают по формуле:

$$G_n = V_n \cdot \gamma \quad (2)$$

где V_n - объем металла поковки, см³;

γ - плотность, равная для стали 7.85 г/см³.

Масса отходов на обсежки и угар берется обычно в процентах от массы поковки. Ее значение составляет 1.5 – 25 % (глухие фланцы - 1.5%, зубчатые колеса - 8-10, сварные кольца, втулки, обечайки - 3-5, гладкие валы, бруски - 5-7, валы и вилки с уступами, болты - 7-10, гаечные ключи, шатуны - 15-18 %, рычаги сложные, кривошипные - 18-25%).

Площадь поперечного сечения исходной заготовки определяют, исходя из площади поперечного сечения детали, характера обработки и степени уковки. Если основной операцией при ковке является вытяжка, то площадь поперечного сечения исходной заготовки находят так:

$$F_3 = F_n \cdot k, \quad (3)$$

где F_n - площадь поперечного сечения поковки, см²;

k - степень уковки, равная для проката 1.3 - 1.5 для слитка 1.5 - 2.

Для операции осадки высота исходной заготовки должна быть менее трех ее диаметров.

Длину исходной заготовки L_3 , см, можно определить из формулы:

$$L_3 = \frac{V_n - V_0}{F_3} = \frac{V_3}{F_3} \quad (4)$$

где V_0 - объем отходов, см³;

V_3 - объем заготовки, см³.

Для облегчения расчетов объемы сложных деталей разбивают на объемы элементарных фигур.

Назначение кузнечных переходов.

При разработке технологииковки необходимо стремиться к наименьшему, числу переходов, к минимуму отходов металла и получению детали с высокими механическими свойствами. Для создания высоких механических свойств поковки важное значение имеет устранение в ней дендритной (древовидной) структуры, получаемой в отливках, то есть раздробление ее до мелкозернистого

строения. Поэтому при ковке ряда деталей (шестерни, валы, оси, инструмент и др.) для раздробления дендритной структуры применяют многократное обжатие поковки в продольном и поперечном направлениях.

В качестве примера расчленения кузнечной операции на переходы приведен технологический процессковки болта (таблица 2)

Нагревать заготовку надо равномерно во избежание резкого перепада температур в наружных и внутренних ее слоях, что может привести к образованию трещин.

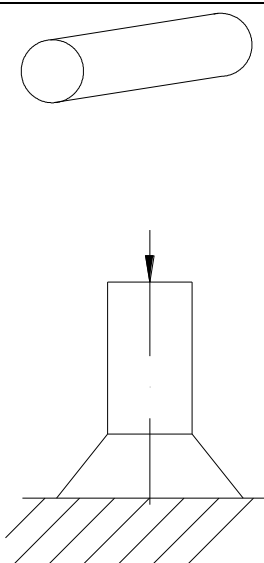
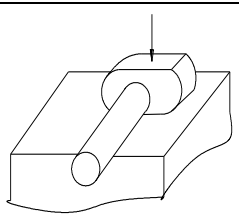
Нагрев до температур 800-850 °С ведется медленно, а затем быстрее. Время нагревания заготовок τ , ч в пламенных печах определяют по формуле проф. Доброхотова:

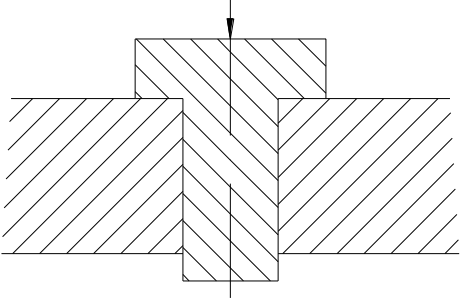
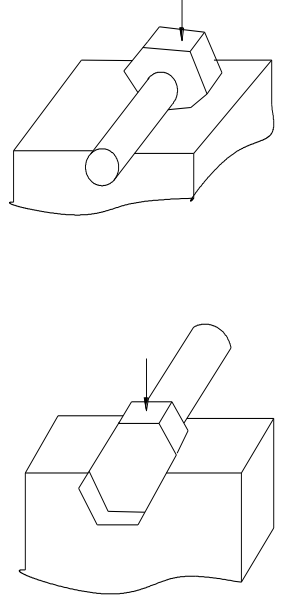
$$\tau = k \times D \times \sqrt{D} \quad (5)$$

где D- диаметр круглой или сторона квадратной заготовки, м;

k - коэффициент, равный 10 для конструкционной углеродистой и низколегированной стали и 20 для высоколегированной и высокоуглеродистой стали.

Таблица 2 - Схемаковки болта. Пример решения задачи

переходы	эскизы	переходы	эскизы
Отрезать заготовку Нагревать один конец заготовки Осадить нагретый конец заготовки		Отковать шестигранную головку: а) отковать две плоскости головки б) повернуть болт на 60° и отковать еще две плоскости в) повторить пункт б. Отковать окончательно головку в	

Высадить головку болта в подкладном штампе		шестигранном обжиме Выправит стержень болта	
---	---	--	---

В формулу времени нагрева вводят также поправочные коэффициенты, зависящие от длины заготовки L_3 , и ее диаметра D .

Например, при $L_3: D > 3$ $K=1$, при $L_3: D=2$ $K=0.98$, при $L_3: D=1$ $K=0.71$.

Охлаждение поковок послековки должно быть равномерным и не очень быстрым, так как иначе возможно образование трещин.

Нельзя ставить поковки на чугунные плиты, а так же оставлять на сквозняке. Поковки охлаждают (в зависимости от марки стали и размеров) на воздухе, в ящиках или колодцах на воздухе, или в засыпке сухим песком вместе с печью.

Поковки мало- и среднеуглеродистых, некоторых легированных сталей (15X-45X, 25H, 30H) охлаждают на воздухе. Поковки размером до 100 мм из высокоуглеродистых сталей (У7-У10) и некоторых легированных сталей охлаждают на воздухе, при размерах 100 - 200 мм в штабелях на воздухе, при размерах 200 - 300 мм в колодце на воздухе.

Термообработка поковок применяется для устранения в них крупнозернистого строения, наклепа, внутренних напряжений и подготовки их к механической обработке.

Для этой цели поковки в ряде случаев подвергают отжигу или нормализации.

Порядок составления технологической карты

- По чертежу детали (вал, зубчатое колесо и др.) разработать чертеж поковки.
- Рассчитать размеры и массу заготовки для поковки.
- Назначить кузнечные переходы.
- Выбрать оборудование.
- Определить режим нагрева и охлаждения. При необходимости определить термообработку.

Вопросы к практическому занятию 9

- 1 Что понимается под поковкой?
- 2 С какой массой изготавливаются поковки?
- 3 Какие поковки относятся к тяжелым, мелким, средним?
- 4 Что служит исходными заготовками для поковки?
- 5 Этапы разработки технологического процесса.
- 6 Назначение кузнечных переходов.
- 7 Как определяется режим нагрева под ковку?
- 8 Что понимается под припуском, напуском, допуском поковки?
- 9 На каком оборудовании ведется ковка?
- 10 Чему равны дополнительные припуски на несоосность?
- 11 Как определяется масса поковки?
- 12 Как определяется масса исходной заготовки?
- 13 Как определяется площадь поперечного сечения исходной заготовки?
- 14 Чему должна равняться высота исходной заготовки предназначенной для операции осадки?
- 15 Как определяется длина исходной заготовки?
- 16 Как рассчитываются объемы исходной заготовки сложной конструкции?

- 17 Что предпринимается при изготовлении поковки для устранения ее дендритного строения?
- 18 Пример расчленения кузнечной операции на переходы.
- 19 По каким основным параметрам выбирается ковочное оборудование?
- 20 В каких нагревательных устройствах осуществляется нагрев исходных заготовок?
- 21 Чему равно время нагрева заготовок?
- 22 Чему равен коэффициент «к» формуле Доброхотова?
- 23 С какой скоростью необходимо нагревать и охлаждать заготовки?
- 24 Для чего применяется термообработка поковок?
- 25 С какой скоростью ведется нагрев заготовок до 850°C и выше этой температуры?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69
2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34

2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Практическое занятие 10

Тема: Технология обработки металлов резанием. Станки.

Инструменты. Режимы. Продукция

Цель: изучить основные элементы резания и геометрию срезаемого слоя; определить мощность резания.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: элементы резания и геометрию срезаемого слоя.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: определить мощность резания.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: способами обработки металлов резанием.

Формируемые компетенции: ОПК-21, ОПК-5, ОПК-9.

Актуальность темы: Знание видов обработки металлов резанием, которые различаются между собой конструкцией используемого режущего инструмента и характером относительных движений, совершаемых инструментом и обрабатываемой заготовкой на металлорежущем станке.

Теоретическое обоснование

Обработка металлов резанием – это процесс срезания режущим инструментом с поверхности заготовки слоя металла для получения требуемой геометрической формы, точности размеров и шероховатости поверхности детали.

Для осуществления процесса резания необходимо наличие относительных движений между заготовкой и режущим инструментом. Каждый металлорежущий станок имеет рабочие органы (шпиндель, суппорт, стол и др.), которым сообщаются движения, определяемые назначением станка и характером выполняемых видов обработки. Движения рабочих органов станков подразделяют на движения резания, установочные и вспомогательные.

Движения, при которых с обрабатываемой заготовки срезается слой металла и изменяется состояние обработанной поверхности, называют движениями резания. К ним относят главное движение и движение подачи. Движение, определяющее скорость отделения стружки принимают за *главное движение* или скорость. Движение обеспечивающее непрерывность врезания режущего лезвия инструмента в новые слои материала принимают за *движение подачи*.

Главное движение, скорость которого обозначают буквой V , может быть непрерывным или прерывистым, а по своему характеру вращательным, поступательным, возвратно-поступательным и т.д. Движение подачи, скорость которого обозначают буквой S , может быть непрерывным или прерывистым, а по своему характеру вращательным, поступательным и т.д.

При обработке резанием главное движение имеет заготовка (точение) или инструмент (фрезерование, строгание, долбление, протяжка и т. д). Движение подачи имеет инструмент (точение) или заготовка (фрезерование, долбление, строгание и т. п.) Движение рабочих органов станка, обеспечивающее такое положение инструмента относительно заготовки, при котором с неё срезается определенный слой материала называют установочными движениями.

Движения рабочих органов станка, которые не имеют непосредственного отношения к процессу резания и служат для транспортировки и закрепления заготовки или инструмента, быстрых перемещений рабочих органов, переключения скоростей резания и подачи и т. п., называют вспомогательными движениями.

Под схемой обработки понимают условное изображение обрабатываемой заготовки, её установка и закрепление на станке с указанием положения режущего инструмента относительно заготовки и движений резания. Инструмент показывают в положении, соответствующем окончанию обработки поверхности заготовки. Обработанную поверхность на оригинале схемы выделяют другим цветом, на светокопиях - утолщенными линиями.

Основные элементы резания и геометрия срезаемого слоя

Обработка резанием применяется наиболее часто как способ окончательной обработки деталей. Трудоёмкость обработки резанием составляет 30-40 % от общей стоимости машины или механизма, а стоимость обработки резанием в массовом производстве – 60 % стоимости готовых изделий. Все это объясняется непрерывно растущими требованиями к точности размеров деталей машин и качеству поверхности.

Значительный вклад в исследование процессов резания внесли отечественные учёные И.А. Тиме, К.А. Зворыкин, Я.Г. Усачёв, В.Д. Кузнецов, П.Б. Быков, В.А Колесов и др.

Элементами процесса резания являются скорость резания, подача и глубина резания и поперечное сечение среза (ширина и толщина среза). Скоростью резания называют перемещение в единицу времени обрабатываемой поверхности заготовки относительно режущей кромки инструмента.

$$V_{MCK} = \frac{\pi \cdot D_{заг} \cdot n}{1000}, \text{ м / мин.} \quad V_{стр} = \frac{L_m \cdot m}{1000} \cdot (k+1) \quad (1)$$

где L_m - расчётная длина хода резца, мм; m - число двойных ходов резца, в мин;

k - коэффициент, характеризующий отношение скоростей рабочего и холостого ходов:

$$K = \frac{V_{PX}}{V_{XX}}. \quad (2)$$

Подача S - поступательное перемещение режущей кромки резца за один оборот обрабатываемой заготовки или за один двойной ход заготовки или инструмента.

Размерность подачи: при точении - мм/об; при строгании, долблении - мм/дв. ход; при фрезеровании - мм/мин. Различают подачи: продольную - $S_{пр}$; поперечную - S_n ; вертикальную — S_B ; наклонную — S_H ; круговую - $S_{кр}$; тангенциальную S_T , окружную - S_o и др.

Глубина резания t - это расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, полученное за один рабочий ход инструмента относительно обрабатываемой поверхности.

При наружном продольном точении цилиндрической поверхности глубину резания (в мм) определяют как полуразность диаметров детали до и после обработки:

$$t = \frac{D_{\text{заг}} - d}{2}, \text{ мм} \quad (3)$$

Поперечное сечение среза f (площадь срезаемого слоя) равно произведению ширины и на толщину a среза или произведению подачи S на глубину резания:

$$f = a \cdot b = S \cdot t \quad (4)$$

где a - ширина срезаемого слоя - расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренное по поверхности резания:

$$a = S \cdot \sin \varphi \quad (5)$$

b - толщина срезаемого слоя – расстояние, измеренное по нормали к поверхности резания, между двумя последовательными положениями поверхности резания за время одного оборота заготовки:

$$b = \frac{t}{\sin \varphi} \quad (6)$$

После обработки резанием поверхность не будет идеально гладкой, на нем остаются гребешки (f_0), образующие микронеровности, т.е. поверхность будет шероховатой.

С возрастанием t , S и углов φ и φ_1 высота микронеровностей увеличивается, т.е. шероховатость повышается, а значит, будет уменьшаться действительное f на f_0 :

$$f_o = f_{KBC} \quad (7)$$

где f_0 - площадь гребешка.

Основное (технологическое - штучное) время - это время затрачиваемое непосредственно на процесс изменения формы и размеров заготовки и получение поверхности требуемой шероховатости.

$$T_{\text{м}} = T_o + \frac{L}{n \cdot S} \cdot i, \text{ мин (при токарной обработке)} \quad (8)$$

где $L = l + l_1 + l_2$ - расчётная длина пути режущего инструмента относительно заготовки в направлении подачи (рисунок 17.4)

l - длина обработанной поверхности, мм;

$l_1 = t_x \operatorname{ctg} \varphi$ - величина врезания резца, мм;

φ - главный угол в плане токарного резца;

$l_2 = 1-3$ мм - выход резца (перебег), мм;

n - частота вращения заготовки, об/мин;

$S_{\text{пр}}$ - продольная подача, мм/об;

i - число рабочих ходов резца относительно заготовки, необходимое для снятия материала, оставленного на обработку поверхности.

Штучное время (затрачиваемое на изготовление одной детали) состоит из основного $T_o = T_m$ (машинного) и вспомогательного T_v , а также из времени, необходимого на организационное и техническое обслуживание рабочего места, станка и на отдых рабочего ($T_{\text{обсл}}$, $T_{\text{отдых}}$).

Вспомогательное время - время на установку и снятие детали, управление станком, смену инструмента, измерение детали, подвод резца и т.д. Отсюда

$$T_{\text{шт}} = T_m + T_v + T_{\text{обсл}} + T_{\text{отдых}}. \quad (9)$$

Зная штучное время, можно определить производительность станка, число деталей, изготавливаемых в единицу времени. Часовая производительность станка A (шт/ч) определяется по формуле:

$$A = \frac{60}{T_{\text{шт}}} = \frac{60}{T_m + T_v + T_{\text{обсл}} + T_{\text{отдых}}} \quad (10)$$

Производительность станка (рабочего) можно увеличить за счёт уменьшения основного технологического времени $T_{\text{шт}}$. Уменьшение $T_{\text{шт}}$ возможно за счёт выбора наиболее выгодного сочетания элементов резания (V , S

и т), применения больших скоростей резания, многоинструментной обработки одной поверхности заготовки или одновременной параллельной обработки нескольких её поверхностей, одновременной обработки нескольких заготовок, автоматизации и механизации работ, применением рациональных приспособлений, обучения передовым методам труда и т.п.

Производительность и выбор режима резания.

Производительность обработки (шт/мин) определяют числом деталей, изготавливаемых в единицу времени:

$$Q = \frac{1}{T} \quad (11)$$

Время Т складывается из основного, подготовительного, вспомогательного и времени на оргтехобслуживание:

$$T = T_O + T_{ПЗ} + T_B + T_{ОБ}, \quad (12)$$

$$T_O = \frac{L \cdot h}{n \cdot S_{ПР} \cdot t}, \quad - \quad \text{основное время при обработке цилиндрической}$$

поверхности на токарно-винторезном станке.

Определение мощности резания.

Зная скорость V и силу P_z мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 75 \cdot 1,36}, \text{кВт} \quad (13)$$

Иногда мощность резания определяют исходя из крутящего момента:

$$N_p = \frac{M_{КК} \cdot n}{716,2 \cdot 1000 \cdot 1,36}, \text{кВт} \quad (14)$$

Полную мощность электродвигателя:

$$N_p = \frac{N_p}{\eta_{СТ}} = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 102 \cdot \eta_{СТ}}, \text{кВт} \quad (15)$$

$\eta_{СТ}=0,8-0,9$ для токарных; $0,85-0,95$ для сверлильных; $0,80-0,85$ для строгальных; $0,65-0,75$ для фрезерных; $0,8-0,85$ для шлифовальных.

Пример решения задачи

1. Определить скорость резания при обработке цилиндрической детали на токарном станке

$$D = 80 \text{ мм}; d = 75 \text{ мм}; L = 800 \text{ мм}; t = 2,5 \text{ мм}$$

$$S = 2 \text{ мм/об}; n = 560 \text{ об/мин}$$

$$v = \pi d n / 1000$$

$$v = 3,14 \cdot 75 \cdot 560 / 1000 = 131,88 \text{ м/мин}$$

Задания

1. Определить глубину резания, если $D = 100 \text{ мм}$; $d = 98 \text{ мм}$
2. Определить величину подачи S , если $a = 5 \text{ мм}$; $f = 10 \text{ мм}^2$; $t = 2 \text{ мм}$
3. Определить основное (технологическое штучное) время при длине обрабатываемой поверхности $l = 450 \text{ мм}$; $n = 1250 \text{ об/мин}$; $S_{\text{пр}} = 1,5 \text{ мм/об}$; число рабочих ходов $i = 3$; $t = 6 \text{ мм}$.

Вопросы к практическому занятию 10

1. Что понимается под обработкой резанием?
2. Что понимается под главным движением?
3. Что понимается под движением подачи?
4. Что понимается под движением резания установочным и вспомогательным?
5. Главное движение при точении, фрезеровании, строгании, долблении и т.д.
6. Какие движения называют вспомогательными?
7. Что понимается под условным изображением обрабатываемой заготовки?
8. Как показывается инструмент относительно заготовки и движений резания?
9. Как показывают обработанную поверхность на оригинале схемы?

10. Формула скорости резания при точении.
11. Формула скорости резания при фрезеровании.
12. Коэффициент, характеризующий отношение скоростей рабочего и холостого ходов.
13. Формула глубины резания при точении.
14. Формула площади срезаемого слоя.
15. Формула ширины срезаемого слоя.
16. Формула толщины срезаемого слоя.
17. Формула основного – технологического времени, затрачиваемое на процесс изменения формы и размеров заготовки.
18. Штучное время обработки детали.
19. Часовая производительность станка.
20. Производительность обработки (мм/мин).
21. Основное время при обработке цилиндрической поверхности на токарно-винторезном станке.
22. Мощность резания, кВт.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69
2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-

270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34

2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Практическое занятие 11

Тема: Устройство и управление токарным станком, виды работ на станках токарной группы

Цель:

- Изучение устройства, кинематики и управления токарным станком.
- Изучение инструментов, применяемых для разных видов работ на станках токарной группы.
- Изучение видов работ на токарных станках.
- Приобретение навыков работы на токарном станке.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
инструменты, применяемые для разных видов работ на станках токарной группы.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
определить мощность резания.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
навыками работы на токарном станке

Формируемые компетенции: ОПК-21, ОПК-5, ОПК-9.

Актуальность темы: Предназначение универсальных станков для выполнения самых разнообразных операций: обработки наружных и внутренних цилиндрических, конических, фасонных и торцовых поверхностей; нарезания наружных и внутренних резьб; отрезки, сверления, зенкерования и развертывания отверстий.

Теоретическое обоснование

Токарные станки бывают универсальные и специализированные. Универсальные станки предназначены для выполнения самых разнообразных операций: обработки наружных и внутренних цилиндрических, конических, фасонных и торцовых поверхностей; нарезания наружных и внутренних резьб; отрезки, сверления, зенкерования и развертывания отверстий.

На специализированных станках выполняют более узкий круг операций, например, обтачивание гладких и ступенчатых валов, прокатных валков, осей колесных пар железнодорожного транспорта, различного рода муфт, труб и т. д.

Универсальные станки подразделяются на токарно-винторезные и токарные. Токарные станки предназначены для выполнения всех токарных операций, за исключением нарезания резьбы резцами.

В России выпускались токарные станки, на которых можно обрабатывать детали до 5000 мм и длиной до 24000 мм.

Токарно-винторезный станок 1А616П является универсальным станком повышенной точности. Назначение станка – наружное и внутреннее точение, нарезание правой и левой резьбы (метрической, модульной, дюймовой, питчевой), однозаходной и многозаходной резьб с нормальным и увеличенным шагом. Станок применяется в единичном и мелкосерийном производстве.

1. Основные данные технической характеристики

Высота центров, мм – 165

Расстояние между центрами, мм – 710

Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм – 34

Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над суппортом, мм – 180

Наибольший диаметр изделия, устанавливаемый над станиной, мм – 320

Наибольшая длина обтачивания, мм – 660

Шаг нарезаемой резьбы, мм – 0,5-24 (метрической)

Число резцов в резцедержателе, шт – 4

Наибольший угол поворота резцовых салазок, град – 90

Цена одного деления лимба, мм – 0,05

Число оборотов шпинделя (прямое и обратное) об/мин – 9-1800

Внутренний конус шпинделя – Морзе № 5

Диаметр отверстия шпинделя, мм – 35

Внутренний конус пиноли задней бабки – Морзе №4

Наибольшее перемещение пиноли, мм – 120

Привод – электродвигатель, 4кВт, 1450 об/мин

2. Устройство токарного станка (Рисунок 1)

Рычаг коробки скоростей – установки оборотов шпинделя – 1

Рычаг коробки скоростей – установки диапазона оборотов шпинделя
ABC – 2

Рычаг коробки подач – установки размера подачи – 3

Коробка подач – 4

Рычаг коробки подач – установки резьбы – 7

Рычаг коробки подач – установки диапазона подач – 6

Рычаг коробки скоростей – установки резьбы – 7

Рычаг коробки скоростей – установки диапазона – 8

Коробка скоростей и передняя бабка – 9

Патрон – 10

Резцедержатель – 11

Рычаг суппорта – установки ручной продольной подачи – 12

Задний центр – 13

Суппорт – 14

Задняя бабка – 15

Рычаг продольного крепления задней бабки – 16

Маховичок движения пиноли – 17

Станина станка с направляющими – 18

Ходовой, винтовой вал – 19

Ходовой вал (гладкий) – 20

Вал включения работы станка – 21

Рукоятка вала включения направления вращения шпинделя – 22

Рукоятка разъемной гайки ходового винта – 23

Рукоятка включения механической поперечной подачи суппорта – 24

Рукоятка включения механической продольной подачи суппорта – 25

Маховичок ручной продольной подачи суппорта – 26

Поддон станины – 27

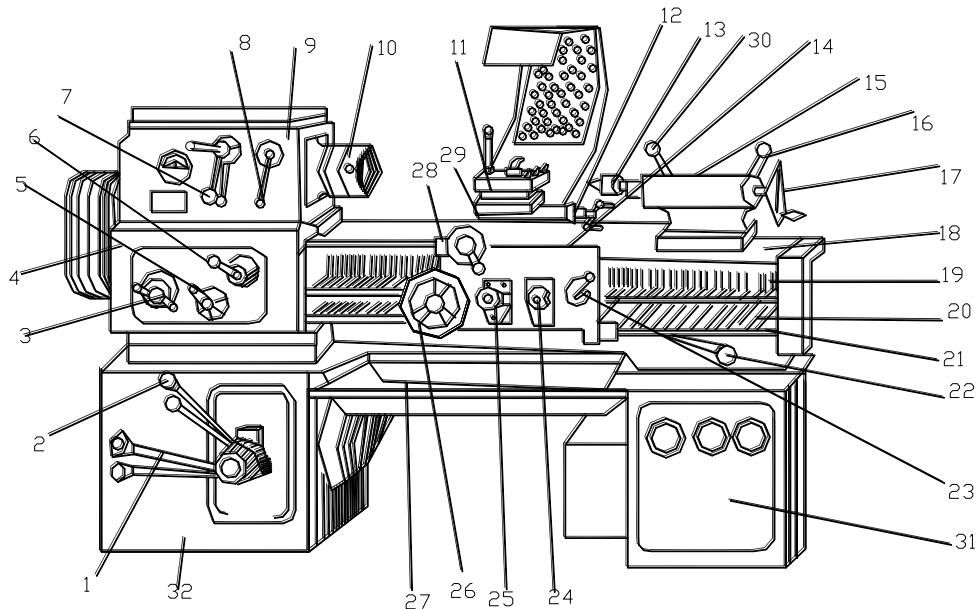


Рисунок 1. Схема устройства токарного станка 1А616П

Рукоятка механизма ручной поперечной подачи резцедержателя суппорта – 28

Рукоятка отвода резцедержателя от заготовки – 29

Рукоятка крепления пиноли – 30

Электрошкаф и задняя тумба станка – 31

Передняя тумба станка с электромотором и механизмом установки оборотов шпинделя – 32

3. Назначение отдельных узлов токарного станка

Станина является основой для крепления и соединения всех узлов станка. Слева к станине прикреплена передняя бабка, одновременно являющаяся и коробки скоростей.

Коробка скоростей у этого станка имеет 12 ступеней. Главный вал коробки скоростей – шпиндель получает определенное число оборотов через

систему зубчатых колес и ременную передачу от электродвигателя, расположенного в левой тумбе станка. Управление переключениями зубчатых колес коробки скоростей производится рукоятками, расположенными на ее передней стенке.

Коробка подач – позволяет получить необходимую подачу (при включении ходового винта). Перемещение зубчатых колес производится рукоятками. Коробка подач соединена с коробкой скоростей гитарой сменных колес. Самостоятельными узлами станка является суппорт и задняя бабка.

Задняя бабка предназначена для поддержания длинных деталей задним центром, а также для закрепления инструментов при сверлении, зенкеровании, развертывании и нарезании резьбы плашками и метчиками.

Корпус задней бабки можно смещать с помощью винта относительно установочной плиты в направлении, перпендикулярном к линии центров. Это необходимо при обработке конусных поверхностей. Задний центр вставляется в конусное отверстие пиноли. Пиноль перемещается в корпусе с помощью винта, гайки и маховичка и закрепляется специальным зажимным устройством поворотом рукоятки.

Перемещение задней бабки осуществляется вручную, после чего закрепляется на направляющих.

Суппорт с резцедержателем служит для закрепления инструмента и сообщения ему движения подачи. Суппорт состоит из каретки (нижних салазок) поперечных салазок верхнего суппорта и четырехпозиционного резцедержателя.

Малый (верхний) суппорт предназначен для обработки конических поверхностей под углом до 45^0 . Отсчет поворота осуществляется по лимбу.

Фартук прикреплен к суппорту. В нем расположены механизмы, преобразующие вращательное движение ходового винта или ходового валика в продольное поступательное движение суппорта и фартука, а также передающие вращение винту поперечной подачи.

Главное движение в токарном станке – вращение шпинделя (в прямом и обратном направлении при реверсировании), шпиндель имеет 24 скорости вращения.

Движение подачи. Механизм подачи сообщает движение суппорту с резцедержателем.

Винторезная цепь. При нарезании резьбы подача суппорта осуществляется от ходового винта через маточную гайку, закрепленную в фартуке. Необходимый шаг резьбы можно получить переключением зубчатых колес и муфт в коробке подач или установкой сменных колес на гитаре.

Установочные перемещения суппорта, резцедержателя и задней бабки. Для осуществления быстрого (установочного) перемещения суппорта ходовому валу сообщается быстрое вращение от электродвигателя. Задняя бабка перемещается вручную, после открепления специальных гаек.

Задание

1. Описать устройство станка.
2. Какой применяется инструмент при работе на токарном станке.
3. Какие применяются приспособления.
4. Описать назначение отдельных узлов станка.

Контрольные вопросы

1. Какие бывают токарные станки по назначению и конструкции?
2. Какие операции выполняются на токарных станках?
3. Какие операции выполняются на специализированных токарных станках?
4. Какие виды работ выполняются на универсальных токарных станках?
5. Габариты деталей, обрабатываемых на токарных станках.
6. Основные данные технологической характеристики токарного станка.
7. Основные узлы токарно-винторезного станка.

8. Назначение основных узлов токарно-винторезного станка.
9. Дать определение назначения и устройства коробки скоростей и подач.
10. Дать пояснение конструкции и работы суппорта.
11. Устройство, назначение задней бабки.
12. Устройство и назначение суппорта с резцедержателем.
13. Устройство и назначение механизма фартука.
14. Устройство и назначение малого верхнего суппорта.
15. Что понимается под главным движением у токарного станка.
16. Назначение ходового винта и ходового валика.
17. Назначение и устройство шпинделя токарного станка.
18. Токарные патроны. Назначение. Конструкция.
19. Установочные движения на токарном станке.
20. Техника безопасности при изучении управления и работе на станке.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69
2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34

2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Практическое занятие 12

Тема: Устройство сверлильного станка, управление и работа на нем

Цель: изучение основ сверления, устройства сверлильного станка и инструмента, приобретение навыков работы на станке.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: инструменты, устройство сверлильного станка.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: определить мощность резания.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: навыками работы на сверлильном станке

Формируемые компетенции: ОПК-21, ОПК-5, ОПК-9.

Актуальность темы: изготовление и обработка отверстий на сверлильных станках: сверление, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы метчиками в отверстиях.

Теоретическое обоснование

Сверление – технологический процесс изготовления и обработки отверстий режущим инструментом (сверлами, зенкерами, развертками). Сверление осуществляется при сочетании главного вращательного движения инструмента и поступательного движения подачи, тоже инструмента. Заготовки находятся в неподвижном закреплённом состоянии на столе станка.

Основным оборудованием для изготовления и обработки отверстий являются сверлильные станки, на которых выполняются работы: сверление, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы метчиками в отверстиях и другие.

В зависимости от характера работы группа (вторая) сверлильных станков подразделяются на типы: вертикально-сверлильные (1-й тип), полуавтоматы одношпиндельные (2-й тип) и многошпиндельные (3-й), радиально-

сверлильные (5-й), горизонтально-сверлильные (8-й), разные сверлильные (9-й тип).

Наибольшее распространение получили вертикально - и радиально-сверлильные станки. Вертикальные - для получения отверстий и их дальнейшей обработки, в мелких и средних деталях, а радиальные- в крупных тяжелых деталях.

Устройство станка, инструмент и приспособления.

Вертикально-сверлильный станок 2Н125 предназначен для сверления и обработки отверстий, нарезания резьбы метчиками и др. работ, с применением соответствующего режущего инструмента и приспособлений для крепления заготовки.

Основные технические данные станка:

- обработка отверстий от 1 до 25 мм;
 - коробка скоростей имеет 12 ступеней чисел оборотов 40, 63, 90, 125, 180, 250, 355, 500, 710, 1000, 1400, 2000 об/мин;
 - коробка подач имеет 9 подач: 0,10, 0,14, 0,2, 0,28, 0,36, 0,4, 0,56, 0,8, 1,12, 1,6 мм/об;
 - мощность установленного двигателя – 2,2 кВт;
 - обороты вала двигателя – 1450 об/мин.
- Общий вид и основные узлы станка (Рис. 3.1)
- фундаментная плита – 1
 - стол – 2
 - включатели электропитания – 3,4
 - панель включения и выключения шпинделя – 5
 - рукоятка настройки числа оборотов шпинделя – 6
 - рукоятка включения коробки подач (механически) – 7
 - рукоятка ручной подачи шпинделя – 8
 - станина – 9
 - ограничители диска глубины сверления – 10,11
 - шпиндель (главный вал) – 12

- сверлильная головка – 13
- электродвигатель – 14
- винт ручного вертикального перемещения сверлильной головки – 15
- местное освещение – 16
- мундштук для подачи охлаждающей жидкости – 19
- электронасос подачи охлаждающей жидкости – 20

Кинематическая схема станка 2Н125 (плакат) имеет привод главного движения подачи. Главное движение – вращательное шпиндель – (инструмент), движение подачи – поступательное шпиндель (инструмент). Вспомогательными движениями являются ручные перемещения стола и сверлильной головки в вертикальном направлении и быстрые перемещения шпинделя вдоль его оси.

В сверлильной головке размещены приводы (коробки) главного движения осуществляется электродвигателем с числом оборотов в мин – 1450 и мощностью – $N=2,2$ кВт. Варианты чисел оборотов шпинделя подсчитываются по формуле:

$$n_{\text{шп}} = n_{\text{э}} \cdot i_{\text{кс}}, \text{об} / \text{мин},$$

где $n_{\text{э}}$ – число оборотов вала электродвигателя в минуту;

$i_{\text{кс}}$ – передаточное отношение коробки скоростей.

Привод подачи получает движение непосредственно от шпинделя.

Подача на один оборот шпинделя подсчитывается по формуле:

$$S = i_{\text{кп}} \cdot \pi \cdot m \cdot Z_p, \text{мм} / \text{об},$$

где $i_{\text{кп}}$ – передаточное отношение коробки подач;

m – модуль зуба реечной шестерни в мм;

Z_p – число зубьев реечной шестерни.

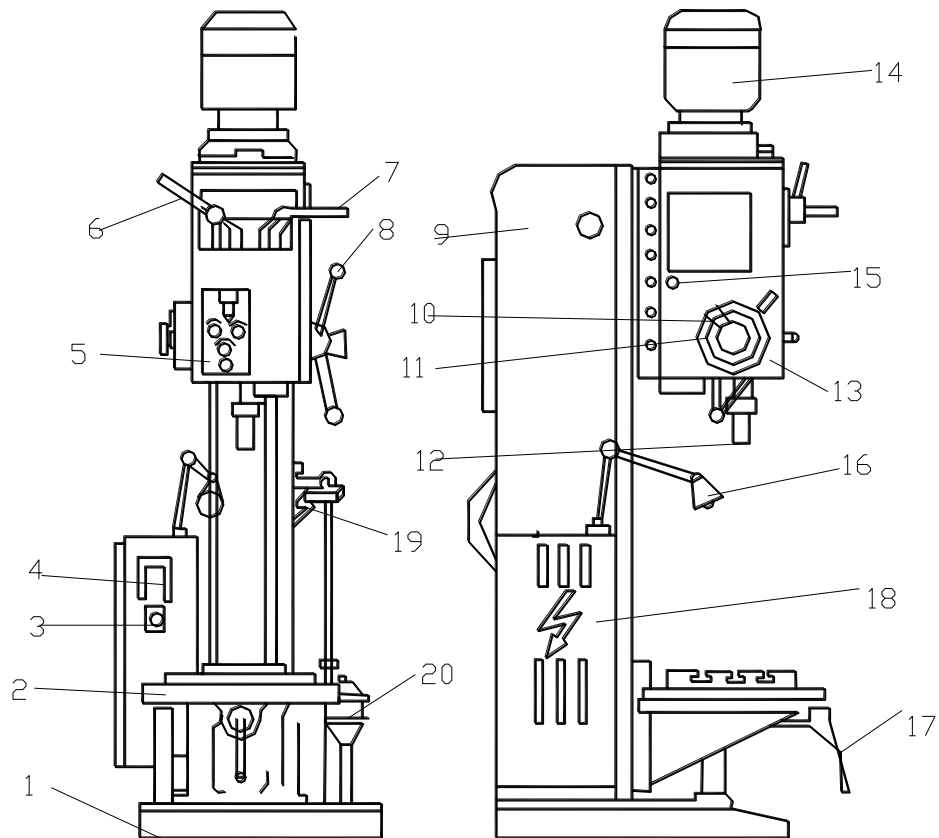


Рисунок 1. Схема сверлильного станка 2H125

1 – фундаментная плита; 2 – стол; 3,4 – выключатели электропитания; 5 – панель включения и выключения шпинделя; 6 – рукоятки настройки числа оборотов шпинделя; 7 – рукоятки включения коробки подач; 8 – рукоятки ручной подачи шпинделя; 9 – станина; 10, 11 – ограничители глубины сверления; 12 – шпиндель; 13 – сверлильная головка; 14 – электродвигатель; 15 – винт ручного перемещения сверлильной головки; 16 – местное освещение; 17 – рукоятка ручного вертикального перемещения стола; 18 – электрошкаф; 19 – мундштук для подачи охлаждающей жидкости; 20 – электронасос.

В соответствии с изготовлением и обработкой применяется различный режущий инструмент:

Сверла – для сверления глухих и сквозных отверстий. Имеют две режущих боковых кромки.

Зенкера – обработка просверленных отверстий с целью улучшения шероховатости поверхности. Зенкер имеет 4-4 боковых режущих кромки и нет поперечных (торцевых режущих кромок).

Развертки – окончательная обработка отверстий. Развертка имеет 6-12 боковых режущих кромок и нет поперечных (торцевых) кромок. Форма развертки – по форме: цилиндрические и конические.

Метчики – для нарезания внутренней резьбы в отверстиях.

Зенковки – для образования цилиндрических или конических углублений в начале отверстия под головки болтов, винтов или других деталей.

Режущий инструмент крепится в отверстии шпинделя или других деталей.

Режущий инструмент крепится в отверстии шпинделя или в патроне, крепящемся в шпинделе.

Для крепления заготовки на столе применяются различные скобы, пластины, машинные тиски и др.

Задание

1. Основы сверления и обработки отверстий.
2. Основные узлы станка и инструмент.
3. Выводы о проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Сущность метода сверления.
2. Оборудование, применяемое при сверлении.
3. Режущий инструмент для изготовления и обработки отверстий.
4. Виды движений при работе сверлильного станка.
5. Устройство сверлильного станка 2Н125.
6. Назначение и устройство сверла, зенкера, развертки.
7. Типы сверлильных станков и их маркировка.
8. Назначение механизмов управления станка 2Н125.

9. Что такое подача и глубина резания?
10. Кинематическая схема станка и ее назначение.
11. Как настроить станок на заданные обороты и подачу?
12. Как включить автоматическую подачу шпинделя?
13. Как закрепить заготовку (деталь) на столе станка?
14. Как закрепить заготовку (деталь) на столе станка?
15. Техника безопасности при работе на сверлильном станке.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69
2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34
2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Практическое занятие 13

Тема: Устройство фрезерного станка и управление

Цель: изучение основ фрезерной обработки, устройства фрезерного станка и инструмента, приобретение навыков работы на нем.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: устройство фрезерного станка и инструмента.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: определить мощность резания.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: навыками работы на сверлильном станке

Формируемые компетенции: ОПК-21, ОПК-5, ОПК-9.

Актуальность темы: Обработка на фрезерных станках плоских и фасонных поверхностей соответствующими фрезами в зависимости от назначения и вида обрабатываемой поверхности.

Теоретическое обоснование

Фрезерование – процесс обработки резанием многолезвийным режущим инструментом – фрезой.

Технологический метод формообразования поверхностей характеризуется главным вращательным движением инструмента (фрезы) и движением подачи (обычно поступательным).

По технологическому группам (шестая) фрезерных станков подразделяется на типы: вертикальные консольные (1-й тип), непрерывного действия (2-й тип), копировальные и гравировальные (4-й тип), вертикальные бесконсольные (5-й) и продольные (6-й), консольные широкоуниверсальные (7-й), горизонтальные консольные (8-й) и разные фрезерные (9-й тип).

Кроме основных перечисленных типов имеется большее количество специальных фрезерных станков для обработки деталей массового производства.

На фрезерных станках обрабатывают плоские и фасонные поверхности соответствующими фрезами в зависимости от назначения и вида обрабатываемой поверхности.

В зависимости от расположения зубьев фрезы относительно обрабатываемой поверхности различают цилиндрическое (встречное или попутное) и торцовое фрезерование. Особенность процесса фрезерования - прерывистость резания каждым зубом фрезы.

Устройство станка и режущий инструмент.

Универсально-фрезерный станок 6Р82Г предназначен для выполнения фрезерных работ по обработке вертикальных, горизонтальных, наклонных и фасонных поверхностей, уступов, пазов, зубчатых колес с применением различных фрез.

Основные технологические данные станка:

-Размеры рабочей поверхности стола (длина х ширина) – 1250 х 320 мм.

-Наибольшее перемещение стола: продольное – 800 мм;

поперечное – 250 мм.

-Перемещение на одно деление лимба (продольное, поперечное, вертикальное) – 0,05 мм.

-Электродвигатели: главного движения $N_g = 7 \text{ кВт}$, $n_g = 1440 \text{ об/мин}$

привода подач $N_p = 2,7 \text{ кВт}$, $n_p = 1440 \text{ об/мин}$

насоса (для жидкости $N_{\text{эп}} = 0,125 \text{ кВт}$

$n_n = 2800 \text{ об/мин}$

$Q = 22 \text{ л/мин}$.

-Число оборотов шпинделя в минуту (при прямом и обратном вращении) 18 ступеней от 31,5 до 1600 об/мин в т. ч. 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600 об/мин.

-Подача стола в мм/мин – 18 ступеней от 25 до 1250 мм/мин в т. ч. 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250 мм/мин (см. станок 6Р82Г, схемы и плакаты).

Основные детали и узлы станка:

- Коробка электрической части станка – 1
- Рукоятка муфты диска скоростей (коробки) – 2
- Панель включения и выключения работы станка – 3
- Диск (шкала) установки чисел оборотов шпинделя (об/мин) – 4
- Станина (с коробкой скоростей) – 5
- Винт перемещения хобота – 6
- Коробка скоростей (оборотов шпинделя) – 7
- Хобот – 8
- Шпиндель – 9
- Оправка с канавками для крепления на ней фрезы – 10
- Винт подвески хобота – 11
- Подвески хобота – 12
- Стол (верхний) консоли – 13
- Рукоятка механической продольной подачи станка – 14
- Маховичок ручной продольной подачи стола – 15
- Маховичок ручной поперечной подачи стола – 16
- Стол средней поперечной подачи – 17
- Корпус коробки подач (нижняя часть консоли) – 13
- Рукоятка механических поперечной и вертикальной подач – 19
- Электродвигатель коробки подач – 20
- Рукоятка со шкалой установки величины подач (мм/мин) – 21
- Насос подачи охлаждающей жидкости – 22
- Стойка винта вертикальной подачи (консоли) – 23
- Фундаментная плита станка – 24
- Рукоятка вертикальной ручной подачи – 25
- Шланг с наконечником подачи охлаждающей жидкости – 26
- Панель ручек включения и выключения электросети – 27

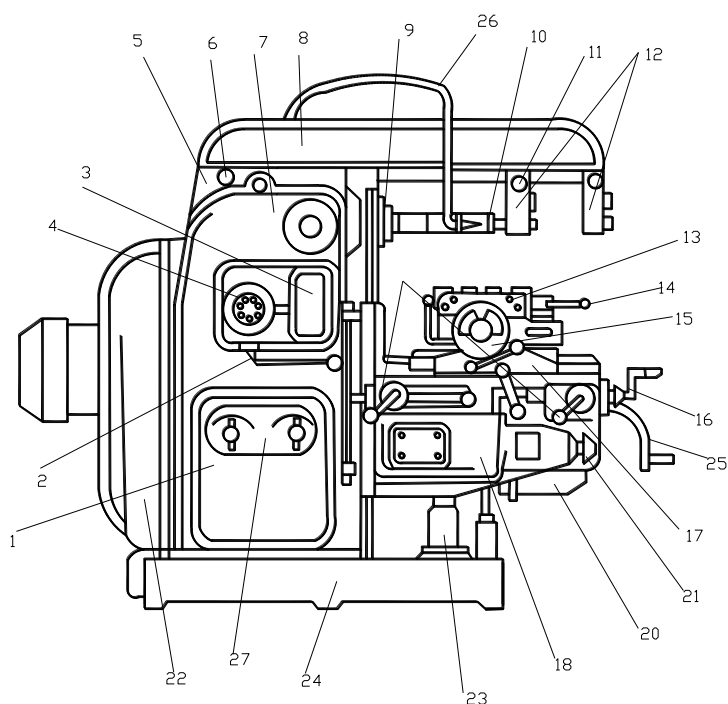


Рисунок 1. Схема устройства фрезерного станка типа 6P82Г

Кинематическая схема станка 6P82Г имеет две независимые кинематических цепи – главного движения (электродвигатель – коробка скоростей – шпиндель) и движение подачи (электродвигатель консоли – коробка подач – стол).

Привод главного движения – для придания соответствующих оборотов шпинделя, определяется по формуле:

$$n_{ш} = n_{э} \cdot i_{кс}, \text{об/мин},$$

где $n_{э}$ – число оборотов вала электродвигателя в минуту;

$i_{кс}$ – передаточное отношение коробки скоростей.

Привод продольной поперечной и вертикальной подачи осуществляется механизмами коробки подач, и соответствующая подача определяется по формуле:

$$S_n = n_{эк} \cdot i_{кп} \cdot t_{хв}, \text{мм/мин},$$

где $n_{\text{эк}}$ – число оборотов вала электродвигателя привода (коробки) подачи (об/мин);

S_n – подача соответственно продольная;

$S_{\text{поп}}$ – поперечная;

S_v – вертикальная;

$i_{\text{кп}}$ – передаточное число коробки подачи соответствующей подачи;

$i_{\text{хв}}$ – шаг ходового винта соответствующей подачи, мм.

Подача может быть рабочая и ускоренная для настройки (при ускоренной подаче в цепь дополнительная пара шестерен (26/43).

Основные типы фрез по назначению и виду обрабатываемой поверхности: цилиндрические, торцевые, дисковые, концевые, угловые, шпоночные, фасонные, модульные.

По конструктивным особенностям – цельные и сборные; режущие кромки – прямые или винтовые, форма зуба – остроконечная или затылованная.

Для закрепления заготовок на столе станка применяют универсальные и специальные приспособления. Универсальные – прихваты, угольники, призмы, машинные тиски. Специальные – годные только на данном станке. Для периодического поворота заготовок на требуемый угол и для непрерывного их вращения при фрезеровании винтовых канавок применяют делительные головки.

Задание

1. Теоретические основы фрезерной обработки.
2. Основные узлы станка и инструмент.

Контрольные вопросы

1. Сущность метода фрезерования.
2. Оборудование, применяемое при фрезеровании.
3. Режущий инструмент при фрезеровании.
4. Виды движений при обработке на фрезерном станке.
5. Устройство фрезерного станка.

6. Назначение, устройство и типы фрез.
7. Типы фрезерных станков и их маркировка.
8. Назначение механизмов управления станка.
9. Что такое подача (и виды ее) и глубина резания.
10. Кинематическая схема станка и ее назначение.
11. Как настроить станок на заданные обороты и подачу?
12. Как включить автоматические подачи станка?
13. Как закрепить заготовку и фрезу на станке?
14. Техника безопасности при работе на фрезерном станке.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69
2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34
2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый

Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Практическое занятие 14

Тема: Технология производства неметаллических материалов и методы их обработки

Цель: изучить строение и свойства полимеров; изучить структуры литейных, разветвленных и пространственных полимеров.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: структуру литейных, разветвленных и пространственных полимеров.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: описать строение и свойства полимеров.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: методами обработки неметаллических материалов.

Формируемые компетенции: ОПК-21, ОПК-5, ОПК-9.

Актуальность темы: Производство полимеров с высокими физико-химическими, механическими и технологическими свойствами способствует широкому внедрению этих перспективных материалов во многих отраслях техники.

Теоретическая часть

Полимеры - вещества, молекулы которых содержат большое количество атомов и, следовательно, имеют большой молекулярный вес. Поэтому полимеры называют высокомолекулярными соединениями. Полимеры резко отличаются от низкомолекулярных соединений по механическим свойствам. По существу, полимеры сочетают свойства твердых тел и жидкостей, так как они прочны и способны к значительным механическим обратимым (высокоэластическим) деформациям.

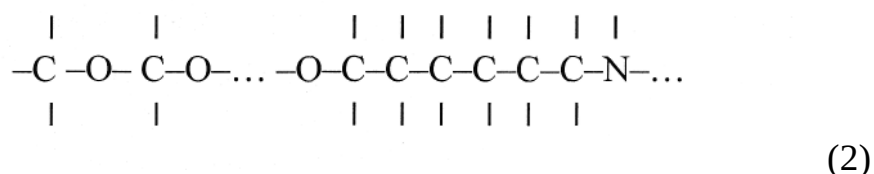
К природным высокополимерным материалам относятся хлопок, шерсть, шелк, кожу, натуральный каучук и ряд других. Подобные материалы научились изготавливать синтетическим путем из низкомолекулярных веществ-газов. Кроме того, синтезированы полимеры с выдающимися свойствами, не

встречающиеся в природе. Число таких полимеров возрастает с каждым годом. Многие из них выпускаются промышленностью для нужд народного хозяйства.

Свойства полимеров определяются химическим составом макромолекул, взаимным расположением отдельных атомов и формой молекул. В строении макромолекулы различают; основную цепь атомов (цепь главных валентностей) и боковые ответвления. В зависимости от того, из каких атомов образована основная цепь, различают три типа полимеров: карбоцепные, гетероцепные и элементоорганические. В карбоцепных полимерах вся основная цепь построена из углеродных атомов:



Гетероцепные полимеры содержат в основной цепи кроме атомов углерода атомы других элементов - кислород, азот, серу, фосфор:



Ниже температуры стеклования T_g в полимерах "замораживается" структура, соответствующая высокоэластическому состоянию. Положение точки T_g зависит от гибкости макромолекул, т.е. от длины сегментов (звеньев) макромолекул. Чтобы лишить макромолекулу возможности перемещения (т.е. застекловать её), нужно закрепить каждый её сегмент межмолекулярными связями. Чем больше длина сегмента, тем меньшего числа связей достаточно для стеклования, тем выше температура стеклования T_g . В стеклообразном состоянии полимеры резко снижают способность к деформации под действием нагрузок, но переходят в хрупкое состояние значительно ниже температуры стеклования. При деформации полимерных стекол выше температуры охрупчивания наблюдается так называемая "вынужденная эластичность" материала. Полимерные стекла характеризуются величиной предела

вынужденной эластичности - напряжения, вызывающего уменьшение сечения образца (образование шейки), вследствие ориентации макромолекул в направлении действующих сил (за счет перемещения сегментов). С течением времени ориентация распространяется на соседние участки материала (т.е. растет длина шейки) при действии той же нагрузки. При понижении температуры увеличивается вязкость полимерного стекла и возрастает энергия, необходимая для перемещения сегментов. Ниже температуры охрупчивания $T_{хр}$ эта энергия уже превышает энергию разрыва химических связей в основной цепи макромолекулы, поэтому не наблюдается "вынужденной эластичности" материала. Ниже $T_{хр}$ полимерные стекла хрупко разрушаются, не обладая гибкостью макромолекул.

Выше температуры текучести наблюдается вязкотекучее состояние полимеров. При таких температурах в материале развивается необратимая деформация под действием внешних сил. Деформация осуществляется путем перемещения макромолекул (в результате многократных переброгов всех сегментов). Поэтому с увеличением степени полимеризации (т.е. с увеличением длины макромолекул) сильно возрастает вязкость полимера. Повышение температуры уменьшает вязкость полимера (что важно для облегчения переработки полимеров в изделия), но может вызвать деструкцию, т.е. разрыв связей в основной цепи макромолекул с образованием летучих низкомолекулярных веществ.

Рассмотрим кристаллическое состояние, в котором могут существовать многие полимеры.

Изучение структуры полимерных тел показало, что кристаллизация не единственный источник порядка в расположении макромолекул. Было найдено, что процессы кристаллизации полимеров могут происходить только в уже упорядоченных системах, обладающих так называемыми надмолекулярными структурами. Полимеры, не способные к кристаллизации, также имеют различные надмолекулярные структуры. Простейшими структурными элементами являются глобулы (шарообразные частицы) или линейные агрегаты

пачки долей. Глобулы образуются в результате превышения сил внутримолекулярного взаимодействия над силами межмолекулярного взаимодействия. В каждой глобуле может быть несколько десятков или сотен макромолекул. Полимерное вещество с глобулярной структурой утрачивает свойства, связанные с большой длиной макромолекул. В стеклообразном состоянии такой полимер не обнаруживает явления вынужденной высокоэластичности и поэтому хрупок, разрушается по границам раздела глобул. При нагреве глобулы могут разворачиваться. Пачки цепей образуются из десятков или даже сотен развернутых макромолекул со слабым внутримолекулярным взаимодействием. Длина пачки значительно превосходит длину составляющих её макромолекул. Из пачек цепей в аморфных полимерах строятся более сложные надмолекулярные структуры - фибриллы, а иногда и дендриты (у стеклообразных полимеров). Если пачка цепей образована очень регулярными гибкими макромолекулами, то может произойти процесс кристаллизации с образованием пространственной решетки, обнаруживаемой рентгеноструктурным анализом. Закристаллизовавшаяся пачка обладает избыточной поверхностной энергией, благодаря наличию поверхностного натяжения на границе раздела с соседними пачками.

В 1957г. было обнаружено, что закристаллизовавшиеся пачки могут сворачиваться в "ленты", образуя складчатую структуру с меньшей свободной поверхностью.

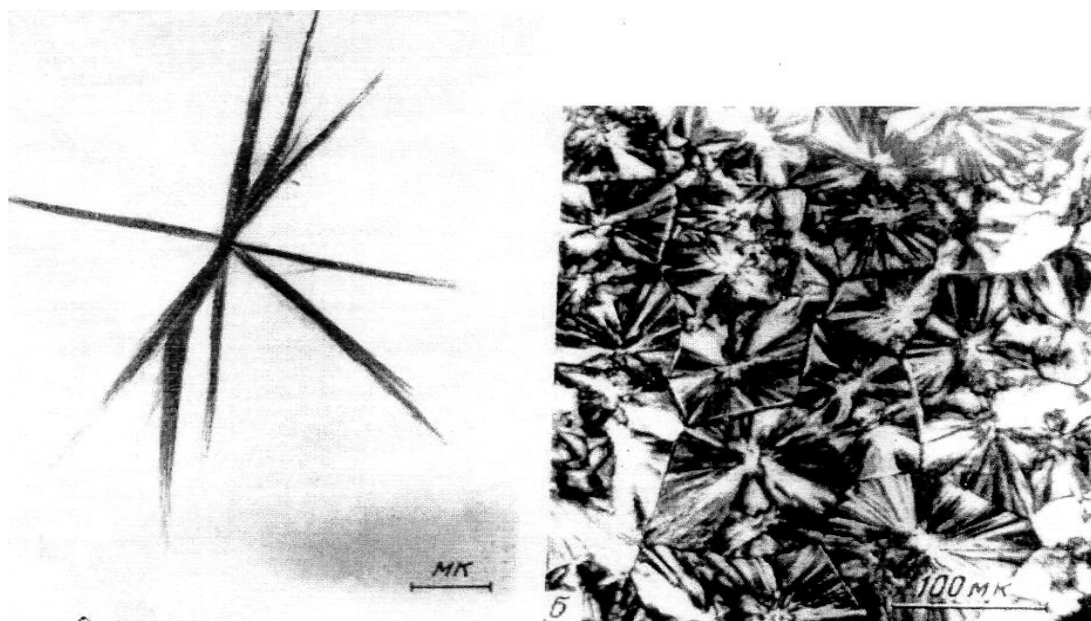


Рисунок 10. Фибриллярные кристаллические образования в полимерах:
а – сферолит полиамида; *б* – сферолитная структура изотактического кристаллического полипропилена (В. А. Каргин)

Соседние ленты примыкают своими плоскими сторонами друг к другу и образуют более крупные кристаллические образования - пластины.

Чаще пластины уменьшают поверхностную энергию путем образования сферолитов, так как они кинетически легче образуются.

Если закристаллизовавшиеся пачки не сворачиваются в ленты, они образуют продолговатой формы фибриллы, способные также к образованию сферолитов. Пластинчатые и фибриллярные сферолиты являются наиболее распространенными элементами крупных надмолекулярных структур кристаллических полимеров. Размеры сферолитов бывают от десятых долей микрона до нескольких миллиметров. Развитие процессов кристаллизации может идти и дальше по пути формирования отдельных кристаллов из сферолитов.

Так как при образовании кристаллических структур отрезки цепных макромолекул совместно укладываются в кристалле, гибкость макромолекул не может проявиться и высокоэластичность исчезает, даже если материал нагрет выше температуры стеклования. Высокоэластическая деформация может

развиваться только при температурах, лежащих выше температуры плавления $T_{пл}$. Под плавлением понимают процесс разрушения кристаллической структуры. Температура плавления $T_{пл}$ - это такая температура, выше которой полимер не имеет кристаллической структуры. Процесс плавления, также как и процесс кристаллизации является сложным, многоступенчатым и протекает обычно в интервале температур.

То же самое, т.е. плавление, происходит и при растяжении кристаллического полимера. Легче всего при плавлении разрушаются самые крупные структурные элементы. Например, при растяжении образуется шейка на образце, в которой сферолитная структура исходного образца превращается в фибриллярную структуру, ориентированную в направлении вытяжки. Подобное превращение рассматривают как фазовое превращение одной кристаллической структуры в другую. Величина напряжения, приводящая к перестройке кристаллической структуры, зависит от характера надмолекулярной структуры в исходном кристаллическом полимере. Это напряжение называется напряжением текучести или рекристаллизации ($\sigma_{рекр}$) и является важной механической характеристикой кристаллических полимеров.

При напряжении рекристаллизации наблюдаются большие деформации кристаллического полимера. По своей природе эти деформации высокоэластические, но задержанные кристаллизацией полимера в деформированном состоянии. Аналогично вынужденной высокоэластической деформации стеклообразных полимеров, устраняемой нагревом выше температуры стеклования T_c , остаточная деформация кристаллических полимеров устраняется их нагревом до температуры плавления $T_{пл}$.

Описанное поведение характерно для термопластичных полимеров.

Термопластичные материалы под действием тепла переходят из стеклообразного в пластическое состояние, не претерпевая коренных химических изменений. При охлаждении полимер снова переходит в стеклообразное состояние. Такие изменения могут повторяться многократно.

Другая группа полимеров - **термореактивная** - ведет себя иначе. В термореактивных полимерах при нагревании сперва также наблюдается размягчение, но затем, между цепями макромолекул образуются прочные химические связи, что приводит к отверждению материала из-за образования сетчатой или пространственной структуры молекул. Полимер при этом переходит в термостабильное состояние, аналогичное по свойствам стеклообразному состоянию линейных термопластичных полимеров ниже температуры охрупчивания. При нагревании термостабильного материала его пространственная структура сохраняется, и полимер не переходит в жидкое состояние.

Слоистые пластмассы. Слоистые термореактивные пластмассы армированы параллельно расположенными слоями наполнителя. Слоистые пластмассы применяют в виде листов, стержней, труб, крупногабаритных изделий сложной формы. В качестве наполнителей применяют бумагу (гетинакс), хлопчатобумажную ткань (текстолит), древесный шпон (древесно-слоистый пластик ДСП), стеклянную ткань (стеклотекстолит), асбестовые листы и асбестовую ткань (асбопластики). Связующими в производстве слоистых пластиков служат гексаметилендиамин, метафенилендиамин. Для отверждения при повышенной температуре применяется малеиновый и фталевый ангидрид, меламин, фенолформальдегидные и другие смолы. Стеклопластики, полученные на основе эпоксидной смолы, по механическим свойствам превосходят полиэфирные. Для отверждения полиэфирных смол применяются перекисные соединения (например перекись бензила). Непосредственно перед употреблением полиэфирной смолы в неё вводится также ускоритель отверждения (нафтанат кобальта).

Наибольшей механической прочностью и теплостойкостью обладают слоистые пластики на основе стекловолоконистых наполнителей. Эти же пластмассы отличаются и более высокой стойкостью к действию воды и влаги атмосферы. Пластики на основе бумаги (гетинаксы) применяют

преимущественно в качестве электроизоляционного материала, а также как декоративно-слоистый пластик.

Таблица 1. Характерные температурные точки литевых термопластов, °С

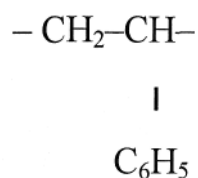
Материал	T _{хр}	T _с	T _{пл}	T _т	T _{литья}	T _д
Полиэтилен НД	-60	-21	120-125	140	150-200	200
Полиэтилен ВД	70	21	105-108	120	150-180	180
Полипропилен	-10	35	160	170	200-300	300
Винипласт	0	70-80	-	170-180	170-180	180
Фторопласт 3	195	50	208-210	220-250	260-300	315
Полистирол	-60	70-80	-	170-220	170-220	260
Капрон	-20	60	215	220	230-240	300

Поэтому основную ценность представляют не механические свойства, а физико-химические свойства термопластичных пластмасс - диэлектрические, коррозионно-стойкие, антифрикционные и т.п. Диэлектрические свойства пластмасс рассмотрены ранее.

Характеристика литевых термопластов

Полиэтилен относится к линейным карбоцепным полимерам с формулой элементарных звеньев $-CH_2-CH_2-$. Молекулярный вес полиэтилена зависит от технологии его получения: 18000-25000 углеродных единиц (полиэтилен высокого давления), 25000-35000 (полиэтилен среднего давления), выше 70000 (полиэтилен низкого давления). При комнатной температуре полиэтилен ВД и полиэтилен СД состоят из 55-70 % кристаллической фазы, а полиэтилен НД содержит кристаллической фазы до 80-90 %. Более высокий молекулярным вес и повышенная степень кристалличности обуславливают большую плотность, твердость, прочность и жесткость полиэтилена. Полиэтилен по внешнему виду напоминает парафин, загорается с трудом, горит белым пламенем, издавая запах парафина и капая при горении. Полиэтилен является одним из самых легких пластиков, его удельный вес $0,92+0,95$, т.е. полиэтилен легче воды.

Полистирол относится к линейным карбоцепным полимерам с формулой элементарных звеньев



(3)

Полистирол прозрачен, хорошо окрашивается во все цвета, проявляет абсолютную стойкость к воде, устойчив к действию минеральных кислот и щелочей, кроме азотной кислоты. В ароматических и хлорированных углеводородах полистирол растворяется. Недостатком полистирола является заметная хрупкость при пониженных температурах, склонность к постепенному образованию поверхностных трещин (из-за внутренних напряжений). Нагревостойкость полистирола ниже, чем у полиэтилена. Новая разновидность полистирола-стереорегулярный полистирол отличается более высокой температурой размягчения (выше 220 °С) и высокой удельной ударной вязкостью 90-100 кГ-см/см² (вместо 3,5-15 у обычного полистирола). Такого изменения свойств добиваются особыми условиями полимеризации, когда у фторопласта-4 находится выше температура деструкции $T_g=415$ °С. Так что фторопласт-4 не может перерабатываться в изделия литьем под давлением и экструзией, как все термопласты.

Фторопласт 4- белый рыхлый порошок, легко комкающийся и дающий при прессовании на холоду плотные таблетки. Изделия простой формы, в том числе и заготовки-блоки, прессуются из порошка в холодных прессформах. Для увеличения прочности заготовки спекаются при 360-380 °С в свободном состоянии без прессформ. Процесс спекания требует около 3 часов на 1 мм толщины изделия. Таким способом получают и пленки толщиной от 0,1 до 0,5 мм. Пленки из фторопласта-4 получают также путем снятия на токарном

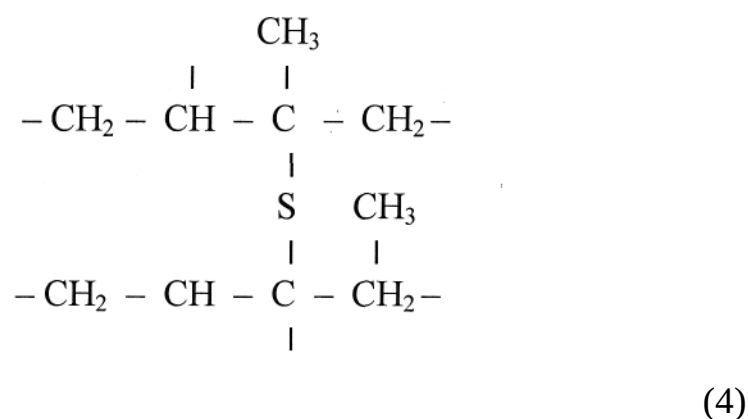
станке широким резцом стружки-ленты с цилиндрических заготовок-блоков с последующей прокаткой на специальных станах.

По внешнему виду и наощупь поверхность фторопласта-4 напоминает парафин. Плотность фторопласта-4 составляет 2,2-2,3 г/см³. По химической стойкости этот материал превосходит все другие пластмассы. Фторопласт-4 не смачивается водой и не набухает в ней. Неизвестен ни один растворитель, в котором фторопласт-4 растворяется или набухает, Фторопласт-4 более стоек чем стекло, фарфор, золото, платина в кислотах и щелочах, Фторопласт-4 не горит, обладает высокой теплостойкостью (до 250 °С).

Выдающееся значение в химическом машиностроении фторопласт-4 приобрел как незаменимый материал для изготовления уплотнительных деталей аппаратуры (насосов, мешалок, вентилях и т.д.), работающей в наиболее агрессивных средах. Для этой цели могут служить как стружка, получающаяся при механической обработке фторопласта, так и жгуты из прокатанной тонкой ленты. Пористый листовой фторопласт-4 находит применение в качестве фильтрующего материала. Тонкая пленка из фторопласта-4 применяется для изготовления высококачественных конденсаторов.

Слоистые пластмассы – гетинакс, текстолит и стеклотекстолит нашли широкое применение в качестве конструкционных электроизоляционных материалов. Диэлектрические свойства гетинакса и текстолита близки, но текстолит отличается более высокими механическими свойствами. Гетинаксы и текстолиты содержат около 50 % связующего, пропитывающего листовой наполнитель (бумагу и хлопчатобумажную ткань) и склеивающего эти листы между собой. Однако наполнитель гигроскопичен и поглощает влагу, которая выделяется во время отверждения (реакции поликонденсации) фенолформальдегидной смолы. Это снижает диэлектрические свойства пластмасс и ограничивает их применение в высокочастотной аппаратуре.

Резина. Технологический процесс, проводимый с целью получения резины из каучука называется вулканизация. (Вулкан- бог огня в Древнем Риме). Обычно для вулканизации применяется сера. При температурах 140-145°C и давлении до 75 кГ/см в гидропрессах (в прессформе) наблюдается химическое взаимодействие каучука с серой. Сера присоединяется к молекулам каучука по месту двойных связей, соединяя линейные молекулы:



Редкосетчатая структура не препятствует гибкости отрезков макромолекул, заключенных между поперечными связями. Чем больше двойных связей вступит в реакцию с серой, тем тверже получаемая резина. Когда серой связаны почти все двойные связи, получается эбонит-термореактивная пластмасса (в термостабильном состоянии). Количество вводимой серы для обычной резины 2-7 %, а для эбонита 30-35 %.

Кроме каучука и серы в резиновую смесь вводят другие ингредиенты (компоненты) для получения нужных физико-механических и химических свойств (в частности-активаторы и ускорители вулканизации).

Для повышения механической прочности и износоустойчивости в состав резиновой смеси вводят усилитель - упрочняющий наполнитель. Наполнителями служат* поверхностно-активные вещества с предельно малой величиной частиц (0,1-0,01 мкм) и высокоразвитой поверхностью. Наиболее распространенными упрочняющими наполнителями является различного вида сажи - газовая канальная, печная, форсуночная и др.(50-60 частей на 100 частей каучука).

Для светлоокрашенных резин в качестве упрочняющего наполнителя применяются сажа из окислов цинка и титана.

Сажевые резины (черного цвета) имеют хорошие механические, но низкие электроизоляционные свойства. Так, для светлых электроизоляционных резин $\text{tg}\delta = 0,02-0,10$, а для сажевых резин доходит до 0,25.

Диэлектрические свойства резин в большой мере зависят от содержания серы. Чистый натуральный каучук практически неполярен.

Эбонит (черное дерево, с греч.) - твердый, легко обрабатываемый резанием и поддающийся полировке материал, хорошо противостоящий ударным нагрузкам. Эбонит на основе НК содержит свыше 32 % связанной серы, на основе СКВ- до 40 %, В состав эбонита вводят наполнители-эбонитовую пыль, тальк, а также ускорители вулканизации (тиурам, каптакс) и мягчители (масла, канифоль) для уменьшения внутреннего трения при смещении и формовании.

Таблица 2. Свойства резин на основе различных каучуков

Тип каучука	Предел прочности при разрыве, кГ/см ²		Температура хрупкости, °С	Набухание в смеси бензина с бензолом (3:1) за 24 часа
	при 20°С	при 100°С		
НК	240-360	170-220	-48-55	200-250
СКН-18	220-250	80-95	-45-50	70
СКН-26	240-300	90-100	-30-35	38
СКН-40	260-330	100-130	-20-25	20
Наирит	200-265	70-100	-35	80

Эбонит для электротехнических целей выпускается в виде листов толщиной 0,5-32 мм, прутков и трубок диаметром 5-75 мм.

Эбонит обладает высокой стойкостью против действия кислот, щелочей, едких паров и газов, не гигроскопичен. Поэтому его широко применяют для изготовления клееных и прессованных аккумуляторных баков всех типов и

деталей к ним (втулки, шайбы, колодки и пр.) На эбонит вредно действуют прямой солнечный свет, масла, бензин, керосин.

Электроизоляционные лаки и эмали

Лаки представляют собой коллоидные растворы пленкообразующих веществ - смол, битумов, высыхающих масел и других в летучих растворителях (спирты, скипидар и др.). В процессе сушки лака из него испаряются растворители, а в лаковой основе происходят физико-химические процессы, приводящие к образованию твердой лаковой пленки.

По способу сушки лаки подразделяются на лаки горячей (печной и холодной (воздушной) сушки. Лаки горячей сушки, как правило, обладают более высокими физико-механическими свойствами.

По назначению электроизоляционные лаки разделяются на три основные группы: пропиточные, покровные и клеящие.

Пропиточные лаки применяются для пропитки волокнистой изоляции электрических машин и аппаратов с целью улучшения её влагостойкости, теплоотдачи, электроизоляционных свойств, нагревостойкости.

Задания

- Описать строение и свойства полимеров.
- Привести структуры литейных, разветвленных и пространственных полимеров.
- Свойства литейных, разветвленных и пространственных полимеров.
- Описать аморфные и кристаллические строения полимеров и пластмасс на их основе.
- Описать фибриллярное кристаллическое образование в полимерах.
- Дать определение термопластических и термореактивных полимеров и пластмасс.
- Дать примеры слоистых и литьевых пластмасс.
- Описать свойства пластмасс, резин, лаков

Вопросы к практическому занятию 14

1. Что понимается под полимерами?
2. Какую структуру имеют полимеры?
3. Чем определяются свойства полимеров?
4. Поведение полимеров при нагреве и охлаждении.
5. Аморфные и кристаллическое строение полимеров
6. Фибриллярное образование полимеров.
7. Типы строения полимеров.
8. Термопластические и термореактивные полимеры и пластмассы.
9. Слоистые пластмассы. Строение. Свойства.
10. Литые пластмассы. Строение. Свойства.
11. Полистирол. Свойства. Применение.
12. Полиэтилен. Свойства. Применение.
13. Фторопласты. Свойства. Применение.
14. Строение и свойства гетинакса, текстолита, стеклотекстолита. Применение.
15. Резина. Строение. Свойства. Применение.
16. Электроизоляционные лаки и эмали. Свойства. Состав. Применение.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебник для студентов вузов по напр. подготовки "Конструк.-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 336 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-193-5; 621 М 69
2. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студентов

/ С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 624 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-270-3; 621_Т 38

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе ; под ред. С. И. Богодухова. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-220-8; 621.7_М 34

2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 524 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 520-523. – ISBN 978-5-94178-122-5; 621_С 92

3. Основы технологического проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Дуюн, И. В. Шрубченко, А. В. Хуртасенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 268 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49718.html>

Интернет-ресурсы:

1. academia-moscow.ru
2. coloniales.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические рекомендации
по организации самостоятельной работы обучающихся
по дисциплине
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ»
для студентов направления подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Общая характеристика самостоятельной работы бакалавра по дисциплине «Технологические процессы в машиностроении»	4
План-график выполнения самостоятельной работы	7
Методические рекомендации по изучению теоретического материала	10
Вопросы для собеседования	15
Вопросы к экзамену	18
Тесты	24
Литература	45

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы, прежде всего в связи с подписанием Болонской конвенции и вступлением России в международное образовательное сообщество, возрастает роль компетентностного подхода в подготовке бакалавров, который предусматривает переход от так называемой «знаниевой» парадигмы к системно-деятельностной. Возрастает роль самостоятельной работы студентов, и в связи с этим, особую значимость в практике современного образования приобретают формы и методы работы, которые стимулируют самостоятельность и творчество студентов.

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и научная работа, выполняемая по заданию преподавателя под его методическим и научным руководством. Это неотъемлемая составляющая образовательного процесса в высшем учебном заведении. Самостоятельная работа – это активные формы и методы обучения, это единство учебно-воспитательной и научно-производственной работы, это сотрудничество студента с преподавателем.

Самостоятельная работа может быть как аудиторной, так и внеаудиторной и включает: подготовку к аудиторным занятиям и выполнение соответствующих заданий; выполнение самостоятельных заданий в лабораторных практикумах и практических заданиях; работу над отдельными темами учебных дисциплин; выполнение контрольных и курсовых работ, написание рефератов; прохождение практик и выполнение предусмотренных ими заданий; подготовку ко всем видам контрольных испытаний; подготовку к итоговой аттестации и выполнение выпускной квалификационной работы; участие в научной и научно-методической работе, в научных и научно-практических конференциях, семинарах.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

Цель освоения дисциплины – ознакомление студентов с современными основными технологическими процессами, действующими на машиностроительных предприятиях, формирование у студентов основ умения применять знания, участвовать в решении вопросов комплексной подготовки машиностроительного производства.

Задачи дисциплины:

- изучение современных технологических методов формообразования заготовок и деталей машин: литьем, давлением, сваркой, резанием и другими методами;
- изучение принципиальных схем работы технологического оборудования (станков, машин, автоматов и т.д.) инструментов, приспособлений и оснастки, их назначение и применение;
- практическое ознакомление и выполнение отдельных методов изготовления заготовок и деталей с применением соответствующего оборудования.

Цель самостоятельного решения задач - обучение творчески думать, самостоятельно разбираться в различных вопросах применения инструментов, оборудования технологических процессов в машиностроении. Самостоятельное решение задач значительно повышает учебную активность обучающихся, возбуждает их интерес к решению задач, стимулирует творческую инициативу. Таким образом, повышается эффективность занятия. Самостоятельное решение задач развивает мыслительную деятельность. Не имея возможности копировать решение задачи с доски, обучающийся вынужден сам разбираться в решении задачи, а потому и лучше готовиться к занятиям. Самостоятельное решение математических и теоретических задач часто сокращает время, необходимое для опроса обучающихся на занятиях, так как оценивать успехи учащихся в некоторых случаях можно и по итогам самостоятельного решения задач.

Преподаватель получает возможность направлять индивидуальную работу студентов по решению задачи, предотвращать ошибки, указывать пути их исправления.

Цель самостоятельного изучения литературы: систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов; углубление и расширение теоретических знаний; формирование умений использовать нормативную, научную, справочную документацию и специальную литературу; развитие познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; развитие исследовательских умений.

Цель подготовки к собеседованию - освоить материал, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с Государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования по дисциплине "Технологические процессы в машиностроении". В ходе собеседования преподаватель ориентирует студента на успешную сдачу экзамена.

Студент в ходе выполнения самостоятельной работы должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
-------------------------------	------------------------------	---

ОПК-1. Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении	ИД-1 _{ОПК-1} Выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий	Выбирать современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий
	ИД-2 _{ОПК-1} Разрабатывает технологическую схему, обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	Разрабатывать технологическую схему, обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов
ОПК-5. Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	ИД-1 _{ОПК-5} Понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки	Понимать основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки
	ИД-2 _{ОПК-5} Оценивает состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей	Оценивать состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей
ОПК-9. Способен участвовать в разработке проектов изделий машиностроения	ИД-1 _{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств	Анализировать методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств

	ИД-2 _{ОПК-9} Участвует в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств	Участвовать в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств
--	--	--

ПЛАН-ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Срок изучения материалов
1	Тема 1. Роль металлов в металлургической промышленности. Современное металлургическое производство и его продукция. Материалы для производства металлов и сплавов.	1 неделя
2	Тема 2. Материалы, применяемые в доменном производстве, и их подготовка к плавке. Агрегаты для производства чугуна. Выплавка чугуна.	2 неделя
3	Тема 3. Сущность процесса. Производство стали в конверторах, производство стали в мартеновских печах, производство стали в электропечах. Разливка стали. Кристаллизация и строение стального слитка. Способы повышения качества металла.	3 неделя
4	Тема 4. Цветные металлы и их назначение в промышленности. Производство меди. Производство алюминия. Производство магния. Производство титана.	4 неделя
5	Тема 5. Общая характеристика сварочного производства. История развития и роль отечественных ученых в сварочном производстве. Физические основы получения сварных соединений.	5 неделя
6	Тема 6. Сварка в атмосфере защитных газов. Газовая сварка, пайка и кислородная резка.	6 неделя
7	Тема 7. Электрическая контактная сварка. Сущность процесса. Стыковая сварка. Точечная сварка. Шовная или роликовая сварка. Оборудование для контактной сварки. Холодная сварка. Сварка трением. Ультразвуковая сварка.	7 неделя
8	Тема 8. Дефекты отливок, контроль качества. Охрана труда и техника безопасности в литейном производстве.	8 неделя
9	Тема 9. Общая характеристика ОМД. Роль отечественных ученых в ОМД. Физические основы обработки металлов давлением. Сущность обработки металлов давлением. Влияние обработки давлением на	9 неделя

	структуру и свойства металла. Нагрев металлов перед обработкой металлов давлением. Основные виды обработки давлением: прокатка, ковка, волочение, штамповка холодная и горячая, объемная, листовая. Применение неразрушающих методов контроля. Техника безопасности и охрана труда при обработке давлением.	
10	Тема 10. Технологические требования к конструкциям деталей машин, обрабатываемых на металлорежущих станках.	10 неделя
11	Тема 11. Методы отделки поверхностей чистовыми резцами и шлифовальными кругами. Полирование заготовок. Притирка поверхностей. Хонингование. Суперфиниш. зубозакругление. зубошевингование. зубохонингование. зубошлифование. зубопритирка.	11 неделя
12	Тема 12. Виды и способы механической обработки (сверление, фрезерование, нарезание резьбы и др. виды обработки).	12 неделя
13	Тема 13. Изготовление деталей из пластмасс. Классификация пластмасс и способов их переработки. Способы переработки пластмасс в детали в вязкотекучем состоянии. Способы переработки пластмасс в детали в высокоэластичном состоянии. Получение деталей из жидких полимеров. Способы получения неразъемных соединений из пластмассовых деталей. Технологические требования, предъявляемые к конструкциям пластмассовых деталей. Техника безопасности при работе с пластмассами.	13 неделя
14	Тема 14. Общие сведения. Электроэрозионные методы обработки. Электрохимические методы обработки. Химические методы обработки. Ультразвуковая обработка. Лучевые методы обработки.	14 неделя
	Выполнение контрольной работы	1-14 неделя

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить следующие виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации

№ п/ п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основна я	Дополнительн ая	Методическ ая	Интерне т- ресурсы
1	Подготовка к лекциям	1, 2	1, 2,3	1, 2, 3	1, 2, 3

2	Подготовка к лабораторным работам	1, 2	1, 2,3	1, 2, 3	1, 2, 3
3	Подготовка к практическим работам	1, 2	1, 2,3	1, 2, 3, 4	1, 2, 3
4	Самостоятельное изучение литературы	1, 2	1, 2,3	1, 2, 3	1, 2, 3

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Богодухов, С. И. Технологические процессы в машиностроении : учебник / С. И. Богодухов, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин ; под общей редакцией С. И. Богодухова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Машиностроение, 2021. — 640 с. — ISBN 978-5-907104-64-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175275>

2. Сысоев, С. К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов : учебное пособие для вузов / С. К. Сысоев, А. С. Сысоев, В. А. Левко. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-9942-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/201644>

Дополнительная литература

1. Павлюкова, н. Т. Специальные технологические процессы в машиностроении : учебное пособие / н. Т. Павлюкова. — Иваново : ИГЭУ, 2020. — 144 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/296243>

2. Разинская, О. И. Технологические процессы в машиностроении: лабораторный практикум : учебное пособие / О. И. Разинская, С. Я. Алибеков. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2022. — 120 с. — ISBN 978-5-8158-2294-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/271031>

3. Технологические процессы механической и физико-химической обработки в машиностроении : учебное пособие / В. Ф. Безъязычный, В. Н. Крылов, Ю. К. Чарковский, Е. В. Шилков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-2118-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209900>

Методическая литература

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Технологические процессы в машиностроении" – рукопись.

2. Конспект лекций по дисциплине «Технологические процессы в машиностроении» – рукопись.

3. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине " Технологические процессы в машиностроении"– рукопись.

4. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Технологические процессы в машиностроении» – рукопись.

Интернет-ресурсы

1. [http:// biblioclub.ru/](http://biblioclub.ru/) Университетская библиотека онлайн.
2. <http://www.rsl.ru> – Российская государственная библиотека.
- 3 . <http://uisrussia.msu.ru> Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания. Основные советы здесь можно свести к следующим:

- Составить перечень книг, с которыми Вам следует познакомиться; «не старайтесь запомнить все, что вам в ближайшее время не понадобится, – советует студенту и молодому ученому Г. Селье, – запомните только, где это можно отыскать» (Селье, 1987. С. 325).

- Такой перечень должен быть систематизированным.
- Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге.
- Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.

- При составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями (или даже с более подготовленными и эрудированными сокурсниками), которые помогут Вам лучше сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время...

- Естественно, все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).

- Если книга – Ваша собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные для Вас мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора (это очень хороший совет, позволяющий экономить время и быстро находить «избранные» места в самых разных книгах).

- Если Вы раньше мало работали с научной литературой, то следует выработать в себе способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда Вам понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать), и это может занять немалое время (у кого-то – до нескольких недель и даже месяцев); опыт показывает, что после этого студент каким-то «чудом» начинает буквально заглатывать книги и чуть ли не видеть «сквозь обложку», стоящая это работа или нет...

• «Либо читайте, либо перелистывайте материал, но не пытайтесь читать быстро... Если текст меня интересует, то чтение, размышление и даже фантазирование по этому поводу сливаются в единый процесс, в то время как вынужденное скорочтение не только не способствует качеству чтения, но и не приносит чувства удовлетворения, которое мы получаем, размышляя о прочитанном», – советует Г. Селье (Селье, 1987. – С. 325-326).

• Есть еще один эффективный способ оптимизировать знакомство с научной литературой – следует увлечься какой-то идеей и все книги просматривать с точки зрения данной идеи. В этом случае молодой ученый будет как бы искать аргументы «за» или «против» интересующей его идеи, и одновременно он будет как бы общаться с авторами этих книг по поводу своих идей и размышлений... Проблема лишь в том, как найти «свою» идею...

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют **четыре основные установки в чтении научного текста**:

1. информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких **видов чтения**:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
2. просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять

изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;

2. Выделите главное, составьте план;

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от аспиранта целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Лабораторная работа.

Для того чтобы лабораторные работы приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что работы проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на лабораторных работах как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач в ходе подготовки к лабораторной работе нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Отчеты по лабораторным работам при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Самопроверка.

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств. В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Практические занятия.

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Самопроверка.

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств. В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Консультации

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент

должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код оцениваемой компетенции, индикатора	Этап формирования компетенции (№ темы)	Средства и технологии оценки	Вид контроля, аттестация	Тип контроля	Наименование оценочного средства
4 семестр					
ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-2 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-2 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-9} , ИД-2 _{ОПК-9}	Тема 1- 14	Собеседование	текущий	устный	вопросы для собеседования
ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-2 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-2 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-9} , ИД-2 _{ОПК-9}	Тема 1- 14	Тестирование	текущий	письменный	комплект тестовых заданий
ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-2 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-2 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-9} , ИД-2 _{ОПК-9}	Тема 1- 14	Собеседование	промежуточный, экзамен	устный	Вопросы к экзамену

Вопросы для собеседования

Тема 1. Роль и место металлургии в промышленности.

1. Роль металлов в металлургической промышленности.
2. Современное металлургическое производство и его продукция.
3. Материалы для производства металлов и сплавов.
4. Материалы, применяемые в доменном производстве, и их подготовка к плавке.

Тема 2. Производство чугуна.

1. Агрегаты для производства чугуна.
2. Выплавка чугуна.

Тема 3. Производство стали.

1. Производство стали в конверторах.
2. Производство стали в мартеновских печах.
3. Производство стали в электропечах.
4. Кристаллизация строение стального слитка.
5. Способы повышения качества металла.

Тема 4. Производство цветных металлов.

1. Цветные металлы и их назначение в промышленности.

2. Производство меди.
3. Производство алюминия.
4. Производство магния.
5. Производство титана.

Тема 5. Технология сварочного производства.

1. Общая характеристика сварочного производства.
2. Физические основы получения сварных соединений.

Тема 6. Сварка плавлением.

1. Дуговая сварка. Сущность процесса.
2. Понятие об электрической дуге и ее свойствах.
3. Источники сварочного тока.
4. Ручная дуговая сварка.
5. Автоматическая сварка под флюсом.
6. Полуавтоматическая сварка под флюсом.
7. Сварка в атмосфере защитных газов.
8. Газовая сварка.
9. Пайка и кислородная резка.

Тема 7. Сварка давлением.

1. Электрическая контактная сварка (сущность процесса).
2. Стыковая сварка (сущность).
3. Точечная сварка (сущность).
4. Шовная или роликовая сварка (сущность).
5. Оборудование для контактной сварки.
6. Холодная сварка.
7. Сварка трением.
8. Ультразвуковая сварка.

Тема 8. Технология литейного производства.

1. Роль и место литейного производства в металлургии.
2. Физические основы производства отливок.
3. Технология изготовления отливок в песчано-глинистые формы.
4. Технология изготовления отливок в оболочковые формы.
5. Центробежное литье.
6. Литье по выплавляемым моделям и др.

Тема 9. Технология обработки металлов давлением.

1. Сущность обработки металлов давлением.
2. Прокатка (сущность, виды, оборудование, продукция, технология).
3. Волочение (сущность, виды, оборудование, продукция, технология).

Тема 10. Технология механической обработки резанием.

1. Общая характеристика механической обработки.
2. Физические основы обработки резанием.

Тема 11. Методы отделочной обработки поверхностей заготовок.

1. Методы отделки поверхностей чистовыми резцами и шлифовальными кругами.
2. Зубошлифование.
3. Зубопритирка.

Тема 12. Механическая обработка композиционных материалов.

1. Виды и способы механической обработки.

Тема 13. Методы и способы изготовления заготовок и деталей из неметаллических материалов.

1. Классификация пластмасс и способов их переработки.
2. Способы получения неразъемных соединений из пластмассовых деталей.

Тема 14. Технология электрофизических и других специальных методов обработки.

1. Электроэрозионные методы обработки.
2. Электрохимические методы обработки.
3. Химические методы обработки.
4. Ультразвуковая обработка.
5. Лучевые методы обработки.

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий обработки.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в не полном объеме; владение умениями и навыками реализуются не в полном объеме.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: диалог преподавателя со студентом и ответ студентом на вопросы по темам дисциплины. Перед собеседованием по теме студент должен выполнить и защитить лабораторные и практические работы.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенции ИД-1_{ОПК-1}, ИД-2_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-5}, ИД-2_{ОПК-5}, ИД-1_{ОПК-9}, ИД-2_{ОПК-9}. Освоение компетенций на повышенном уровне предполагает изучение дополнительной научной и учебной литературы и четкие ответы на вопросы без ошибок. При освоении компетенции на базовом уровне студент изучил основную литературу, при ответе возможны 2...3 негрубые ошибки.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо изучить рекомендуемую литературу.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования своими конспектами лекций, методическими указаниями по дисциплине, тетрадями

по практическим занятиям и лабораторным работам, справочными таблицами.

При проверке задания, оцениваются:

- степень усвоения программного материала;
- способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников;
- правильность и четкость ответов;
- правильность речи в быстром или умеренном темпе;
- умение использовать методическую, научную и техническую литературу;
- инициативность в поиске информации.

Оценочный лист

ОПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-2 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-2 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-9} , ИД-2 _{ОПК-9}	степень усвоения программного материала	
	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
	правильность и четкость ответов	
	правильность речи в быстром или умеренном темпе	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

Вопросы к экзамену

1. Материалы, применяемые в доменном производстве, и их подготовка к плавке.
2. Технология производства чугуна. Шихта. Оборудование. Продукция.
3. Сущность процесса производства чугуна.
4. Технология производства стали. Шихта. Оборудование. Продукция.
5. Производство меди, алюминия, магния и титана. Методы.
6. Сущность литейного производства.
7. Литье в песчано-глинистые формы. Модельная оснастка.
8. Специальные методы получения отливок (литье в оболочковые формы, литье по выплавляемым моделям, литье в кокиль, литье в металлическую форму под давлением, центробежное литье). Краткая характеристика.
9. 1.Общая характеристика сварочного производства.
10. Физические основы получения сварного соединения.
11. Дуговая сварка. Сущность процесса.
12. Понятие об электрической дуге и ее свойствах.
13. Источники сварочного тока.
14. Ручная дуговая сварка.
15. Технология автоматической и полуавтоматической сварка под флюсом.

16. Сварка в атмосфере защитных газов.
17. Газовая сварка. Краткая характеристика (оборудование, применяемые газы).
18. Параметры режимов газовой сварки (мощность, скорость сварки и т.д.)
19. Левый и правый способ сварки.
20. Технология кислородной резки и применяемые флюсы (оборудование).
21. Особенности сварки различных металлов и сплавов (сварка углеродистой стали, сварка чугуна, меди, алюминия).
22. Пайка металлов. Припой, флюсы.
23. Электрическая контактная сварка. Сущность процесса.
24. Контактная стыковая, точечная, шовная сварка.
25. Оборудование для контактной сварки.
26. Электрошлаковая сварка, лучевая и плазменной струей.
27. Сущность литейного производства.
28. Литье в песчано-глинистые формы. Модельная оснастка.
29. Специальные методы получения отливок (литье в оболочковые формы, литье по выплавляемым моделям, литье в кокиль, литье в металлическую форму под давлением, центробежное литье). Краткая характеристика.
30. Виды обработки давлением (прокатка, объемная штамповка, листовая штамповка, волочение, прессование, свободная ковка). Краткая характеристика. Оборудование и инструмент.
31. Продукция различных видов обработки металлов давлением.
32. Нагрев металла перед обработкой давлением (оборудование, режимы нагрева).
33. Общая характеристика механической обработки металлов резанием.
34. Физико-механические основы обработки металлов резанием.
35. Методы формообразования поверхности деталей.
36. Режимы резания и геометрия срезаемого слоя.
37. Metallорежущие инструменты. Материалы.
38. Классификация metallорежущих станков.
39. Обработка на станках токарной группы. Оборудование. Виды работ. Применяемый инструмент.
40. Обработка на станках сверлильной группы. Оборудование. Виды работ. Применяемый инструмент.
41. Обработка на станках фрезерной группы. Оборудование. Виды работ. Применяемый инструмент.
42. Обработка на станках шлифовальной группы. Оборудование. Виды работ. Применяемый инструмент.
43. Стойкость metallорежущего инструмента. СОЖ.
44. Методы отделки поверхностей чистовыми резцами и шлифовальными кругами.
45. Полирование заготовок.

- 46. Притирка поверхностей.
- 47. Хонингование. Суперфиниш.
- 48. Зубозакругление. Зубошевингование. Зубохонингование. Зубошлифование. Зубопритирка.
- 49. Электроэрозионные методы обработки.
- 50. Электрохимические методы обработки.
- 51. Химические методы обработки.
- 52. Ультразвуковая обработка.
- 53. Лучевые методы обработки.

1. Критерии оценивания компетенций (в соответствии с результатами освоения дисциплины)

Критерии оценивания компетенций*

Оценка «отлично» выставляются студенту, если он безошибочно умеет безошибочно выбирать современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий. Безошибочно умеет разрабатывать технологическую схему, обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов. Уверено умеет применять правила эксплуатации технологического оборудования. Индикаторы компетенций: ИД-1_{ОПК-1}, ИД-2_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-5}, ИД-2_{ОПК-5}, ИД-1_{ОПК-9}, ИД-2_{ОПК-9} освоены на повышенном уровне.

Оценка «хорошо» выставляются студенту, если он с неточностями умеет выбирать современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий. С неточностями умеет разрабатывать технологическую схему, обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов. С неточностями применяет правила эксплуатации технологического оборудования. Индикаторы компетенций: ИД-1_{ОПК-1}, ИД-2_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-5}, ИД-2_{ОПК-5}, ИД-1_{ОПК-9}, ИД-2_{ОПК-9} освоены на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляются студенту, если он с ошибками умеет выбирать современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий. С ошибками разрабатывает технологическую схему, обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов. Не уверенно применяет правила эксплуатации технологического оборудования. Индикаторы компетенций: ИД-1_{ОПК-1}, ИД-2_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-5}, ИД-2_{ОПК-5}, ИД-1_{ОПК-9}, ИД-2_{ОПК-9} частично освоены на базовом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляются студенту, если он не умеет выбирать современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий. Не умеет разрабатывать технологическую схему, обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов. Не способен применять правила эксплуатации технологического оборудования. Индикаторы компетенций: ИД-1_{ОПК-1}, ИД-2_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-5}, ИД-2_{ОПК-5}, ИД-1_{ОПК-9}, ИД-2_{ОПК-9} не освоены.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: диалог преподавателя со студентом и ответ студентом на вопросы по темам дисциплины. Перед экзаменом студент должен выполнить и защитить практические работы.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить ИД-1_{ОПК-1}, ИД-2_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-5}, ИД-2_{ОПК-5}, ИД-1_{ОПК-9}, ИД-2_{ОПК-9} компетенции и индикаторы. Освоение компетенций на

повышенном уровне предполагает изучение дополнительной научной и учебной литературы и четкие ответы на вопросы без ошибок. При освоении компетенции на базовом уровне студент изучил основную литературу, при ответе возможны 2...3 негрубые ошибки.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо изучить рекомендуемую литературу и выполнить практические работы по темам дисциплины.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования своими конспектами лекций, методическими указаниями по дисциплине, тетрадями по практическим занятиям, справочными таблицами.

При проверке задания, оцениваются:

- степень усвоения программного материала;
- правильность и четкость ответов;
- способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников;
- способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса;
- умение использовать методическую, научную и техническую литературу;
- инициативность в поиске информации.

Оценочный лист

ОПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ОПК-1}	степень усвоения программного материала	
ИД-2 _{ОПК-1}	способность рассуждать и сопоставлять материал	
ИД-1 _{ОПК-5}	из разных источников	
ИД-2 _{ОПК-5}	способность связывать теорию с практикой,	
ИД-1 _{ОПК-9}	другими темами данного курса	
ИД-2 _{ОПК-9}	правильность и четкость ответов	
	правильность речи в быстром или умеренном темпе	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

Оценочные средства для контрольной работы по дисциплине «Технологические процессы в машиностроении»

Структура работы:

1. Описать свариваемую сталь по плану: химический состав, механические свойства, свариваемость, мероприятия по предотвращению или уменьшению возможности получения холодных или горячих трещин, коробления и остаточных напряжений.
2. Выбрать по марке свариваемой стали и механическим свойствам, марку, тип электрода или присадочного материала.
3. Выбрать род сварочного тока (и при необходимости полярность).
4. Выбрать диаметр электрода.
5. Выбрать силу сварочного тока, используя формулы для ручной, полуавтоматической или автоматической сварки.
6. Выбрать источник сварочного тока с приведением технической характеристики.
7. Выбрать форму разделки кромок, технологию наращивания шва по длине и толщине, схему движения электрода, положение шва в пространстве, приспособления и т.п.
8. Зарисовать схему сварного соединения.

Уровень обученности	Формулировка задания	Контролируемые компетенции или их части
---------------------	----------------------	---

Уровень обученности	Формулировка задания	Контролируемые компетенции или их части
Знать	Технологические процессы сварки, оборудование, материалы, инструменты и приспособления.	ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-2 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-2 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-9} , ИД-2 _{ОПК-9}
Уметь	Привести схему сварного соединения с проставлением параметров, согласно заданию и обозначением на рисунке.	ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-2 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-2 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-9} , ИД-2 _{ОПК-9}
Владеть	Методикой расчёта для электродуговой и газовой сварки.	ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-2 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-5} , ИД-2 _{ОПК-5} , ИД-1 _{ОПК-9} , ИД-2 _{ОПК-9}

Графическая часть выполняется в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации, ГОСТ 2.001 – 2013; ГОСТ 2.123 – 93 и выполняется в одной из систем автоматизированного проектирования.

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если студент показал глубокое, прочное и аргументированное освоение программного учебного материала, при этом поставленный вопрос раскрыт последовательно, четко и логически стройно, в полном исчерпывающем объеме, основные категории, понятия и термины учебного курса формулировались правильно, не допущено при ответе ошибок. Работа выполнена и правильно оформлена в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент показал твердое знание программного учебного материала, при этом поставленный вопрос раскрыт грамотно и по существу, в достаточно полном объеме, основные категории, понятия и термины учебного курса формулировались правильно, допущены при ответе отдельные неточности или одна ошибка. Работа выполнена и правильно оформлена в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент показал знание только основной части учебного материала без его частных деталей, при этом поставленный вопрос раскрыт с нарушением логической последовательности, не в полном объеме; были допущены неточные формулировки основных категорий, понятий и терминов учебного курса, а также ошибки (не более двух) или ряд незначительных неточностей, не исказивших существенно суть ответа. Работа выполнена и правильно оформлена в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки (более двух), существенно исказившие его суть. Оценка неудовлетворительно выставляется также, если отсутствует ответ на вопрос, либо студент отказался его сдавать. Работа не выполнена.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Контрольная работа оформляется в соответствии с требованиями ГОСТов, ЕСКД и других стандартов и нормативных документов к текстовым документам и должно состоять из титульного листа, содержания, введения, последующих листов пояснительной записки и заканчиваться списком литературы, использованной студентом при выполнении работы. Все таблицы, схемы, рисунки, формулы и эскизы должны иметь наименование и нумерацию. При использовании справочной литературы необходима ссылка на нее.

Студент допускается к защите, если контрольная работа выполнена, верно и оформлена согласно требованиям ГОСТов. Защита проходит в форме собеседования по теме

контрольной работы. Принимает ведущий преподаватель.

Оценочный лист

ОПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ОПК-1}	степень усвоения программного материала	
ИД-2 _{ОПК-1}	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
ИД-1 _{ОПК-5}	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
ИД-2 _{ОПК-5}	правильность и четкость ответов	
ИД-1 _{ОПК-9}	правильность речи в быстром или умеренном темпе	
ИД-2 _{ОПК-9}	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

Тесты

Паспорт фонда тестовых заданий

№ п/ п	Проверяемые темы дисциплины	Проверяемые компетенции	Тип теста*			
			зф ¹	оф ²	ус ³	пп ⁴
1	Сварка плавлением	ИД-1 _{ОПК-1} ИД-2 _{ОПК-1} ИД-1 _{ОПК-5} ИД-2 _{ОПК-5} ИД-1 _{ОПК-9} ИД-2 _{ОПК-9}	45	-	-	-
2	Технология литейного производства	ИД-1 _{ОПК-1} ИД-2 _{ОПК-1} ИД-1 _{ОПК-5} ИД-2 _{ОПК-5} ИД-1 _{ОПК-9} ИД-2 _{ОПК-9}	4	-	-	-
3	Технология обработки металлов давлением	ИД-1 _{ОПК-1} ИД-2 _{ОПК-1} ИД-1 _{ОПК-5} ИД-2 _{ОПК-5} ИД-1 _{ОПК-9} ИД-2 _{ОПК-9}	29	-	-	-
4	Технология механической обработки резанием	ИД-1 _{ОПК-1} ИД-2 _{ОПК-1} ИД-1 _{ОПК-5} ИД-2 _{ОПК-5} ИД-1 _{ОПК-9} ИД-2 _{ОПК-9}	21	-	-	-
5	Технология электрофизических и других специальных методов обработки	ИД-1 _{ОПК-1} ИД-2 _{ОПК-1} ИД-1 _{ОПК-5} ИД-2 _{ОПК-5} ИД-1 _{ОПК-9} ИД-2 _{ОПК-9}	1			
	Всего		100	-	-	-

* отметить тип теста «+»

¹ задания закрытой формы (с выбором одного или нескольких правильных ответов из предложенного набора вариантов);

² задания открытой формы (ответ формулируется самостоятельно);

³ задания на установление соответствия (с установлением правильного соответствия между элементами двух представленных множеств);

⁴ задания на установление правильной последовательности (с указанием правильного порядка перечисленного набора элементов).

Тема 1. Сварка плавлением

I:

S:Приведите пример обозначения сварочной проволоки.

+:Св-08ГА

:-Э46- УОНИ-13/45- 3,9

:-АНО-2

I:

S: Свариваемость – это:

+: способность металла или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки соединения, отвечающие требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия

:-свойство материалов давать монолитное соединение с химической связью
расплавление металла кромки труб и присадочного материала для получения сварочной ванны

I:

S: Как изменяется свариваемость в зависимости от увеличения углерода в стали?

+:ухудшается

:-улучшается

:-никак не изменяется

I:

S: Физическая свариваемость – это:

+:свойство материалов давать монолитное соединение с химической связью

:-характеристика металла, определяющая его реакцию на воздействие сварки

:-способность металла образовывать конструкции, обусловленные конструкцией

I:

S: Что не является основным показателем свариваемости металлов?

+:нечувствительность металла к тепловому воздействию сварки

:-окисляемость металла при сварочном нагреве

:-сопротивляемость к образованию пор

I:

S: Охарактеризуйте сущность сварки.

+:получение неразъемных соединений

:-обеспечение условий сближения кромок

:-изменения твердости и упругости в зоне сварки

:-разрушение пленочных загрязнений на кромках нагревом

:-процесс пластической деформации или расплавления кромок

I:

S: Какой из приведенных ниже видов сварок не является сваркой плавлением?

+:Сварка трением

-:Газовая

-:Ручная дуговая

I:

S: Какой из приведенных ниже видов сварок не является сваркой трением?

+:Газопрессовая сварка

-:Сварка взрывом

-:Магнитно-импульсная сварка

I:

S: Ручная дуговая сварка покрытыми металлическими электродами – это

+:расплавление сварочной дугой металлического стержня электрода

-:нагрев кромок труб и присадочного металла

-:проплавление основного металла и расплавление электродной проволоки

I:

S: Какой шов, по положению в пространстве, наиболее предпочтителен?

+:Нижний

-:Горизонтальный

-:Вертикальный

-:Потолочный

-:В стык

I:

S: Какой метод сварки сейчас наиболее распространен?

+:Славянова Н.Г.

-:Бенардоса Н.И.

-:Пикар и Фуше

-:Миткевича В.Ф.

-:Томсана – Бенардоса Н.Н.

I:

S: Какие электроды используют при сварке по Бенардосу Н.Н.?

+:графитовые и вольфрамовые

-:угольные

-:угольные и металлические

-:медные и стальные

-:стальные

I:

S: Из какого материала используют электроды и присадочные прутки при сварке по методу Славянова Н.Г?

+:металлические

-:угольные

-:графитовые

-:медные

-:вольфрамовые

I:

S: Что означают цифры в марках электрода Э34; Э45?

+:предел прочности на разрыв

-:порядковый номер

-:силу тока

-:напряжение

-:мощность кВт

I:

S: Что означают цифры в марках сварочных трансформаторов ТСО 300, СТН 500, ТСД 1000?

+:сила тока

-:напряжение

-:мощность

-:модель

-:габариты

I:

S: Что означают цифры в марках источников постоянного тока ПСО 300, ПС 500, ПСМ 1000?

+:сила тока

-:модель

-:напряжение

-:мощность

-:габариты

I:

S: Где наблюдается самая высокая температура в зонах пламени?

+:Восстановительная

- :ядро
- :факел
- :по всему сечению пламени одинаково
- :в первых двух зонах

I:

S:Аргон — это...

- +:бесцветный, неядовитый газ, примерно на 38 % тяжелее воздуха
- :бесцветный газ без запаха и вкуса, не ядовит, значительно легче воздуха
- :газ без цвета, запаха и вкуса, неядовит, образует с металлами нитриды, снижающие механические свойства металла

I:

S:Активные газы — это

- +:защищают зону сварки от воздуха, но сами либо растворяются в жидком металле, либо вступают с ним в химическое взаимодействие
- :неспособны к химическим реакциям и практически нерастворимы в металлах

I:

S:Что не относится к активным газам?

- +:гелий (He)
- :азот (N₂)
- :углекислый газ (CO₂)

I:

S:При отрицательных температурах возрастает возможность образование в швах каких дефектов?

- +:горячих трещин
- :холодных трещин

I:

S:Что зависит от неравномерности прогрева стали?

- +:неоднородность структуры
- :наличие сварочных напряжений
- :усадочные ванны

I:

S:В чем заключается газопламенный способ термической обработки сварного шва?

+:подвод теплоты, выделившейся при сгорании горючей смеси, с внешней стороны трубы

-:теплота, необходимая для термической обработки, образуется при сгорании пакетов из экзотермических смесей, устанавливаемых на -сварное соединение

-:нагрев сварного соединения электрическим током, индуцируемым в металле переменным электромагнитным полем

I:

S:К какому типу оборудования термической обработки относятся устройства «Москва», «Звезда», ГЗ-03, ГЗ-05?

+:газопламенное

-:электронагреватели комбинированного действия

-:индукционные электронагреватели

I:

S:Кто изобрел электродуговую сварку?

+:Бенардос Н.Н.

-:Славянов Н.Г.

-:Петров В.В.

-:Чернов Д.К.

-:Миткевич В.Ф.

I:

S:В каком году была изобретена электродуговая сварка?

+:1882

-:1883

-:1888

-:1803

-:1905

I:

S:Кто изобрел электроконтактную сварку?

+:Бенардос Н.Н., проф. Томсон США

-:Славянов Н.Г., Петров В.В.

-:Муоссан, Ле Шателье

-:Пикар и Фуше

-:Миткевич В.Ф., Никитин В.П.

I:

S:В каком году изобрели электроконтактную сварку?

+:1887

-:1883

-:1892

-:1905

-:1919

I:

S:Кто изобрел сварку угольными электродугами?

+:Бенардос Н.Н.

-:Славянов Н.Г.

-:Никитин В.Н.

-:Пикар и Фуше

-:Миткевич В.Ф.

I:

S:Кто изобрел сварку металлическим электродом?

+:Славянов Н.Г.

-:Бенардос Н.Н.

-:Миткевич В.Ф.

-:Ле Шатье

-:Пикар и Фуше

I:

S:В какой цвет окрашиваются кислородные баллоны?

+:Синий

-:Зеленый

-:Красный

-:Желтый

-:Белый

I:

S:Какого типа применяются горелки для ацетилено – кислородного пламени?

+:Инжекторные

-:Регулируемые

-:С заданным давлением

-:Комбинированные

I:

S:В какой цвет окрашиваются ацетиленовые баллоны и генераторы?

+:Белый

-:Синий

-:Зеленый
 -:Красный
 -:Желтый

I:

S:Охарактеризуйте свариваемость низкоуглеродистой стали.

+:хорошая
 -:удовлетворительная
 -:плохая
 -:требуется предварительного нагрева
 -:подогрев + флюсы

I:

S:Какой чугун удовлетворительно сваривается?

+:высокопрочный
 -:белый
 -:ковкий
 -:серый
 -:модифицированный

I:

S:Охарактеризуйте свариваемость стали с содержанием углерода менее 0,40%?

+:очень плохая
 -:хорошая
 -:удовлетворительная
 -:ограниченная
 -:средняя

I:

S:Охарактеризуйте свариваемость цветных металлов и сплавов.

+:плохая
 -:хорошая
 -:удовлетворительная
 -:ограниченная
 -:средняя

I:

S:Какие пластмассы хорошо свариваются?

+:термопластичные
 -:термореактивные
 -:поликондесационные

-:с листовым наполнителем

-:комбинированные

I:

S:При какой толщине металла делается V- образная разделка кромок под сварку, мм?

+:15

-:6

-:10

-:25

-:20

I:

S:При какой толщине листового металла делается X- образная кромок под сварку, мм?

+:20

-:6

-:10

-:15

-:25

I:

S:При какой толщине металла делается чашеобразная (одно или двусторонняя) разделка кромок под сварку, мм?

+:20,0

-:10

-:15

-:25

-:больше 25

I:

S:В какой зоне сварного соединения у малоуглеродистых (строительных) сталей получается наиболее опасной для разрушения?

+:рядом с зоной плавления

-:шов

-:граница между швом и основным металлом

-:нормализации

-:граница ЗТВ и основной металл

I:

S:Охарактеризуйте внешнюю характеристику источников сварочного тока.

- + :падающая
- :постоянная
- :смешанная
- :возрастающая
- :статическая

I:

S:Какие газы используются для защиты дуги и жидкого металла шва?

- + :аргон
- :углекислота
- :гелий+водород
- :аргон+оксид углерода
- :гелий+азот

I:

S:Назовите источник тепла при электрошлаковом процессе.

- + :сопротивление прохождение тока через расплавленный флюс-шлак
- :электрическая дуга
- :электрических искр
- :электрических импульсов
- :электрической дуги и сопротивление шлака

Тема 2. Технология литейного производства

I:

S:Какая обработка поверхности требуется для деталей после литья под давлением?

- + :не требуется
- :шлифование
- :фрезерование
- :полирование
- :травление

I:

S:Назовите недостатки литья под давлением.

- + :высокая стоимость прессформ
- :ограниченность габаритных размеров
- :ограниченность массы отливок
- :наличие пористости
- :сложность получения отливок из тугоплавких сплавов

I:

S:Какие преимущества имеет центробежное литье?

- +:получение внутренних полостей без стержней
- :высокая плотность отливок
- :высокие механические свойства
- :большая экономия сплава за счет отсутствия литейной системы
- :возможность получения отливок труб

I:

S:Из какого материала выполняют модели для машинной формовки?

- +:металлические
- :деревянные
- :из огнеупоров
- :пластмассы
- :легкоплавкие

Тема 3. Технология обработки металлов давлением

I:

S: Какие операции применяются наиболее часто при ковке?

- +:осадка, вытяжка
- :прошивка, кручение
- :раскатка, разгонка
- :рубка полная и неполная
- :гибка, кручение

I:

S: Какой металл или сплав подвергается прессованию?

- +:пластичные легкоплавкие
- :бронза, латунь
- :сталь, чугун
- :высоколегированная сталь
- :тугоплавкие металлы

I:

S: Охарактеризуйте сущность процесса прессования.

- +:процесс выдавливания материала из контейнера
- :обжатие в штампах
- :протягивание заготовки через матрицу
- :вытягивание в штампах на процессе
- :прокатка между валиками

I:

S: Назовите методы изготовления проволоки.

+:прокатной и волочением

-:волочением

-:прокатной

-:прессованием

-:литьем

I:

S: Каким способом ведется производство труб?

+:прокаткой

-:сваркой

-:волочением

-:сваркой и прокаткой

-:литьем

I:

S: С помощью какого инструмента происходит формирование заготовки при штамповке?

+:штампа

-:шабота

-:гладилки

-:подкладного кольца

-:пуансона

I:

S: Что понимается под холодной штамповкой?

+:без нагрева

-:нагрев ниже $T_{\text{рекр}}$

-:нагрев до 600°C

-:нагрев до 300°C

-:нагрев выше $T_{\text{рекр}}$

I:

S: Какие различают методы прессования?

+:прямой и обратный

-:обратный и круговой

-:прямой и последовательный

-:обратный и допрессовкой

-:прямой и ступенчатый

I:

S: Как называется волочильный инструмент?

+:волока

-:матрица

-:очко

-:фильер

-:редуктор

I:

S: Какую продукцию получают волочением?

+:проволоку, трубы, прутки

-:проволоку, валы, прутки

-:трубы, валы, прутки

-:проволоку, полосы, трубы

-:проволоку, трубы, калибровку

I:

S: В каком виде чаще всего осуществляется волочение?

+:холодном

-:нагретом

-:подогретом

-:комбинированным

-:охлажденном

I:

S: На каких волочильных станках делают проволоку?

+:барабанных

-:цепных

-:реечных

-:карусельных

-:калибровочных

I:

S: На каких волочильных станках делают трубы и прутки?

+:цепного типа

-:реечных

-:барабанных

-:калибровочных

-:двухстанинные цепные

I:

S: Каким методом волочения изготавливают прутки?

+ :холодное

- :горячее

- :с нагревом ТВЧ

- :с нагревом в промежутках

- :с подогревом до 500°C

I:

S: Какими видами обработки металла давлением получают заготовки постоянного поперечного сечения?

+ :Прокатка, прессования, волочения

- :Прокатка, штамповка, ковка

- :Ковка, прессование, волочение

- :Штамповка объемная, и листовая

I:

S: Основные виды обработки металла давлением

+ :Прокатка, прессование, волочение, ковка, штамповка

- :Ковка, прессование, штамповка, сварка, прокатка

- :Прессование, прокатка, волочение, точение, сверление

- :Прокатка, литье, сварка, обработка резанием, трением

I:

S: Чем руководствуются при выборе ковочного молота?

+ :массой падающих частей

- :высотой молота

- :маркой молота

- :приводом молота

- :частотой ударов

I:

S: Чем ограничивается течение металла при штамповке?

+ :полостью штампа

- :пуансоном

- :верхним бойком

- :матрицей

- :шаботом

I:

S: Какого вида штамповочные молоты применяются для штамповки?

- + : паровоздушные
- : паровые
- : воздушные
- : кривошипные
- : фрикционные

I:

S: Что понимается под холодной штамповкой?

- + : без нагрева
- : нагрев ниже $T_{\text{рекр}}$
- : нагрев до 600°C
- : нагрев до 300°C
- : нагрев выше $T_{\text{рекр}}$

I:

S: Каким методом штамповки можно получить более высокую точность размеров?

- + : холодной
- : горячей
- : полухолодной
- : полугорючей
- : никакой

I:

S: Какие прессы наиболее часто применяются при листовой штамповке?

- + : кривошипные
- : фрикционные
- : гидравлические
- : рычажные
- : паровоздушные

I:

S: Как называется инструмент для прокатки?

- + : валки
- : ролики
- : диски
- : клетью
- : валы

I:

S: Назовите основные виды прокатки?

- +Продольная, поперечная, поперечно-винтовая
- :Продольная, поперечная, трубная
- :Поперечная, колесопрокатная, винтовая
- :Сортовая, трубная, колесопрокатная

I:

S:Какое общее название имеет продукция проката?

- +:Сортамент
- :Листовой прокат
- :Сортовой прокат
- :Специальный

I:

S:Наименование инструмента для штамповки?

- +:Штамп
- :Подкладное кольцо
- :Пуассон
- :Матрица

I:

S:Наименование прогрессивного штампа?

- +:Многоручьевой
- :Открытый
- :Закрытый
- :Объемный

I:

S:Виды штамповки выдавливанием?

- +:Прямое, обратное, комбинированное
- :Прямое, объемное, листовое
- :Листовое, в открытых штампах
- :Комбинированное в закрытых штампах

I:

S:Как называется инструмент для изготовления проволоки?

- +:Волока, фильер
- :Глазок, матрица
- :Матрица, волока
- :Очко, Пуассон

Тема 4. Технология механической обработки резанием

I:

S: Какие параметры определяют режим резания при обработке металлов резанием?

+:Скорость, подача и глубина резания

-:Скорость, усилие и глубина резания

-:Скорость, мощность, подача

-:Скорость, глубина, вид стружки

I:

S: К чему приводит износ инструмента при обработке металлов резанием?

+:Снижению точности и геометрической формы изделия

-:Рост силы и скорости резания

-:Повышенной деформации заготовки и инструмента

-:Увеличивается глубина наклепанного слоя

I:

S: Что принимают за главное движение при обработке металлов резанием?

+:Определяющая скорость деформирования и отделения стружки

-:Обеспечивающее врезание режущей кромки инструмента

-:Непрерывное вращение заготовки

-:Прерывистое перемещение стола

I:

S: Что принимают за движение подачи при обработке металлов резанием?

+:Обеспечивающее врезание инструмента в материал

-:Определяющая скорость деформирования и отделения стружки

-:Передвижение инструмента вдоль обрабатываемой детали

-:Определяющая скорость резания

I:

S: Что понимается под вспомогательными движениями при обработке металлов резанием?

+:Движения, обеспечивающие взаимное положение инструмента и заготовки для резания при обработке металлов резанием

-:Транспортирование и закрепление заготовки, инструмента

-:Определяющие врезание инструмента в заготовку

-:Быстрое перемещение рабочих органов станка

I:

S: Какими технологическими свойствами должен обладать металлорежущий инструмент?

+:Высокой твердостью, теплостойкостью, прочностью

-:Высокой теплостойкостью, ударной вязкостью

-:Прочностью, вязкостью, теплостойкостью

-:Высокой красностойкостью, износостойкостью

I:

S: Как обозначается шифр группы металлорежущих станков?

+:0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

-:1A62M

-:Резервные, токарные и др.

-:Универсальные, специальные и др.

I:

S: Каким параметрами характеризуется технология обработки на станках токарной группы?

+:Скорость резания, подача

-:Скорость резания, глубина резания

-:Скорость резания, усилия резания

-:Скорость резания, стойкость инструмента

I:

S: Как резцы различаются по характеру обработки

+:Черновые, получистовые чистовые

-:Отрезные, расточные, проходные

-:Левые, правые, целые, составные

-:С дополнительной режущей кромкой и без

I:

S: Каким инструментом нарезают резьбу на токарно-винторезных станках?

+:Резцы, метчики, плашки

-:Профильными резцами

-:Шаблонными резцами

-:Модульные резцы

I:

S: Режущий инструмент для сверления

+:Сверла, зенкеры, развертки, метчик

- :Сверла. метчик, резец, развертка
- :Сверла, зенкеры, патроны, метчики
- :Сверла, развертки, зенкеры. фрезы торцевые

I:

S: При каком методе фрезерования: встречном или попутном более высокий износ фрезы?

- +:Встречном
- :Попутном
- :Смешанном
- :Прерывистом

I:

S:Какое явление снижает стойкость резца?

- +:Трение между стружкой и главными поверхностями инструмента
- :Трение между стружкой и всеми поверхностями инструмента
- :Не влияет трение на стойкость инструмента
- :Высокая твердость обрабатываемого материала

I:

S:Каким методом повышают стойкость инструмента?

- +:Применением СОЖ
- :Уменьшением скорости резания
- :Увеличением скорости резания
- :Уменьшением толщины стружки

I:

S:Что понимается под точностью обработки при обработке металлов резанием?

- +:Выполнение размеров, формы и взаиморасположение поверхностей
- :Минимальное отклонение от номинальных размеров
- :Максимальное приближение готового изделия к заданному
- :Отклонение фактических размеров обработанной поверхности от ее конструктивных размеров на чертеже

I:

S:Что понимается под шероховатостью поверхности?

- +:Совокупность неровностей рельефа поверхности на определенном участке
- :Неровности, полученные при грубой обработке
- :Неровности, полученные при чистовой обработке
- :Среднее арифметическое отклонение профиля и других параметров

I:

S:Какими технологическими свойствами должен обладать металлорежущий инструмент?

+:Высокой твердостью, теплостойкостью, прочностью

-:Высокой теплостойкостью, ударной вязкостью

-:Прочностью, вязкостью, теплостойкостью

-:Высокой красностойкостью, износостойкостью

I:

S:Различие станков по функциональным признакам и управлению?

+:Ручное, полуавтоматы, автоматы, с программным

-:Токарные, сверлильные, фрезерные, шлифовальные

-:Одношпиндельные, многошпиндельные, многосуппортные

-:Вертикальные, горизонтальные, универсальные, точные

I:

S:Каким инструментом нарезают резьбу на токарно-винторезных станках?

+:Резцы, метчики, плашки

-:Профильными резцами

-:Шаблонными резцами

-:Модульные резцы

I:

S:Какую подачу на многорезцовых токарных станках имеют нижний и верхний суппорты

+:Продольную и поперечную

-:Поперечные

-:Продольные

-:Круговые

I:

S:Режущий инструмент для сверления

+:Сверла, зенкеры, развертки

-:Сверла. метчик, резец, развертка

-:Сверла, зенкеры, патроны, метчики

-:Сверла, развертки, зенкеры, фрезы торцевые

Тема 5. Технология электрофизических и других специальных методов обработки

I:

S:Перечислить электрофизические и электрохимические методы обработки

+:Электроискровая, электроимпульсная, электроконтактная, электрохимическая, электроабразивная, анодно-механическая, -ультразвуковая, электронно-лучевая, плазменная

-:Электрохимическая, плазменная, ультразвуковая, термическая

-:Электроимпульсная, электроконтактная, электроабразивная, анодно-механическая, электронно-лучевая, плазменная, ХТО

-:Электроимпульсная, электроабразивная, электроконтактная, электрохимическая, ультразвуковая, электронно-лучевая, анодно-механическая, электроабразивная, плазменная, магнитная, ультразвуковая.

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий обработки.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в не полном объеме; владение умениями и навыками реализуются не в полном объеме.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: ответ студентом на вопросы по темам дисциплины. Перед собеседованием по теме студент должен выполнить и защитить практические работы.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенции ИД-1_{ОПК-1}, ИД-2_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-5}, ИД-2_{ОПК-5}, ИД-1_{ОПК-9}, ИД-2_{ОПК-9}. Освоение компетенций на повышенном уровне предполагает изучение дополнительной научной и учебной литературы и четкие ответы на вопросы без ошибок. При освоении компетенции на базовом уровне студент изучил основную литературу, при ответе возможны 2...3 негрубые ошибки.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо изучить рекомендуемую литературу

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования своими конспектами лекций, методическими указаниями по дисциплине, тетрадями по практическим занятиям и лабораторным работам, справочными таблицами.

При проверке задания, оцениваются:

- степень усвоения программного материала;
- способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников;
- правильность и четкость ответов;
- правильность речи в быстром или умеренном темпе;
- умение использовать методическую, научную и техническую литературу;
- инициативность в поиске информации.

Оценочный лист

ОПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ОПК-1}	степень усвоения программного материала	
ИД-2 _{ОПК-1}	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
ИД-1 _{ОПК-5}	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
ИД-2 _{ОПК-5}	правильность и четкость ответов	
ИД-1 _{ОПК-9}	правильность речи в быстром или умеренном темпе	
ИД-2 _{ОПК-9}	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

Литература.

1. В. Сенашенко. Самостоятельная работа студентов: актуальные проблемы / В. Сенашенко, Н. Жалнина // Высшее образование в России №7, 2006. – с. 103-109.
2. Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы. Разработано директором департамента по учебно-методической работе Т.Н. Фадеевой, начальником методического отдела Е.Е. Дурневой // МГГУ им. М.А. Шолохова. Москва, 2010. – 48 с.
3. ГОСТ 2.104-98 ЕСКД. Основные надписи. – М. : Изд. стандартов, 1998.
4. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. – М. : Госстандарт, 1995.
5. ГОСТ 7.203. Библиографическая запись. Библиографическое описание. – М. : ИПК Изд. стандартов, 2003.
6. ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Текстовые документы.
7. ГОСТ 8.417-2002. ГСИ. Единицы величин.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению контрольной работы по дисциплине
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ»
для студентов направления подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Контрольная работа по дисциплине: «Технологические процессы в машиностроении» составлена в соответствии с требованиями собственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» Профиль «Технология машиностроения» Квалификация выпускника: Бакалавр.

Методические указания к выполнению контрольной работы по технологическим процессам в машиностроении направлены на закрепление и углубление знаний, умений и навыков в области технологических процессов получения основных промышленных материалов, методов переработки их в изделия, изучения строения и свойств металлов, сплавов и неметаллических материалов, методов повышения их физико-химических и механических свойств, а также работы с учебной и справочной литературой, с новинками из журнальных и патентных публикаций, знание стандартов на основные промышленные материалы.

Основной целью контрольной работы и методических указаний к ней является помощь студентам вести самостоятельный выбор оборудования, инструментов, материалов, видов технологических процессов по улучшению конструкционных и инструментальных материалов и методам изготовления из них изделий для машиностроительного производства.

Составитель:

Доцент кафедры ТМ и ТО Гончаров В.М.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Содержание текстовой части контрольной работы	5
2. Формулировка контрольной работы и ее объем	5
3. Порядок выбора темы и освещения проблемы	5
4. Структура контрольной работы	6
5. Требования к оформлению контрольной работы	7
6. Рекомендации по организации выполнения контрольной работы и график выполнения	8
7. Порядок защиты и ответственность студента за выполнение контрольной работы	8
8. Варианты контрольной работы	8
Список рекомендуемой литературы	14

Введение

В результате освоения дисциплины обучающийся должен освоить следующие компетенции:

ОПК-1 – Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении.

ИД-1_{ОПК-1} Выбирает современные методы обработки изделий с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий;

ИД-2_{ОПК-1} Разрабатывает технологическую схему обеспечивающую рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов.

ОПК-5 – Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда.

ИД-1_{ОПК-5} Понимает основные закономерности протекания процессов обработки деталей машин, причин возникновения погрешностей обработки;

ИД-2_{ОПК-5} Оценивает состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей.

ОПК-9 - Способен участвовать в разработке проектов изделий машиностроения.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств;

ИД-2_{ОПК-9} Участвует в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

1 Содержание текстовой части контрольной работы (по темам программы дисциплины)

1.1. Тема: Проектирование технологического процесса сварки конструкций из стали.

1.2. Текстовая часть контрольной работы должна содержать:

- титульный лист (см. Приложение А);
- задание с перечнем вопросов к решению;
- текст пояснительной записки на листах формата А4 без ограничительных контурных линий;
- текст может быть рукописный чёрной пастой с выдерживанием требований стандарта (шрифт, поля, межстрочное расстояние и т. д.), машинописный;
- необходимые рисунки на отдельных листах формата А4 (допускается сложные рисунки и фото ксерокопировать и вклеивать).

2 Формулировка контрольной работы и ее объем

Студент должен: ответить на вопрос по изучаемой дисциплине, используя учебную и справочную литературу в объеме 10 листов, формата А4.

3 Порядок выбора темы и освещения проблемы

Знакомство с теорией вопроса и краткое написание теории вопроса. Решение поставленных задач. Заключение. Список использованной литературы. Подпись исполнителя. Оформление контрольной работы строго по ГОСТ 2.105-95.

Темы контрольного задания собраны в 25 вариантах – по одному вопросу в каждом.

В освещение проблемы входит изложение теории данного вопроса, составление эскиза оборудования по варианту и значение этого технологического процесса в машиностроительном производстве.

Выбор варианта контрольного задания по списку группы или по предложению преподавателя.

4 Структура контрольной работы

- Описать свариваемую сталь по плану: химический состав, механические свойства, свариваемость, мероприятия по предотвращению или уменьшению возможности получения холодных или горячих трещин, коробления и остаточных напряжений со ссылками на ГОСТы.

- Выбрать по марке свариваемой стали и механическим свойствам марку, тип электрода или присадочного материала.

- По марке электрода выбрать род сварочного тока (и при необходимости полярность).

- По толщине свариваемых деталей выбрать диаметр электрода.

- По диаметру электрода (электродной проволоки) выбрать силу сварочного тока, используя формулы для ручной, полуавтоматической или автоматической сварки.

- По роду и силе сварочного тока выбрать источник сварочного тока с приведением технической характеристики.

- По толщине свариваемых деталей выбрать форму разделки кромок.

- Выбрать схему наложения шва по длине и толщине.

- Зарисовать схему сварного соединения в общем виде и согласно заданию с указанием толщины, глубины проплавления и т. д.

- Выполнить упрощённые расчёты на один погонный метр и на конструкцию, и скорость сварки.

- Определить расход электродов.

- Привести основные сведения по технике безопасности выбранного процесса сварки.
- Сделать заключение о технологичности разработанного технологического процесса.

5 Требования к оформлению контрольной работы

- контрольная работа должна иметь объём не менее 10 листов формата А4 (210×297мм), бумага белая;
- поля верхнее – 20мм, нижнее и левое – 30мм, правое – 15мм;
- межстрочное расстояние полуторное (т. е. на одной странице не должно быть более 29 строк и 60 ± 2 знака в одной строке, учитывая пробелы);
- шрифт Times New Roman Cyr (Arial Cyr);
- размер шрифта 14 пунктов;
- красная строка 1,25см;
- формулы выравниваются по центру;
- нумерация формул сквозная, по правому краю в круглых скобках;
- рисунки нумеруются снизу (Рисунок 2.1 – название);
- таблицы слева сверху (Таблица 2.1 – название);
- страницы нумеруются сверху по центру;
- в конце пояснительной записки приводится список использованной литературы.

5.1.Рекомендации к соблюдению ГОСТов и ЕСКД и других стандартов и нормативных документов.

При выполнении контрольной работы необходимо соблюдение ГОСТ 2.105-95; 1412-85; 1050-85 и ЕСКД.

Автор контрольной работы подписывает работу на последней странице.

6 Рекомендации по организации выполнения контрольной работы и график выполнения

- Студент должен строго придерживаться графика выполнения и защиты контрольной работы; получение задания 2-я неделя, сдача на проверку 16 неделя, защита – 18 неделя.

- Студент обязан пользоваться оригинальной, рекомендуемой учебной, справочной и научной литературой, методическими разработками.

- Пояснительная записка с решением поставленных задач должна быть выполнена в строгом соответствии с требованием ГОСТов, ЕСКД и других нормативных документов.

Выполнение контрольной работы должно быть под контролем руководителя КР, согласно графику.

7. Порядок защиты и ответственность студента за выполнение контрольной работы

Защита контрольной работы в устной форме. По результатам защиты студент допускается к зачету или экзамену.

Контрольная работа оценивается «зачтено», «незачтено», в случае получения студентом оценки «незачет» к зачету или экзамену по дисциплине он не допускается, и ему выдается новое задание с новыми сроками исполнения и защиты.

8 Варианты контрольной работы

Тема: **Проектирование технологического процесса сварки конструкций из стали**

Вариант **1**

Марка стали –10

Способ сварки – газовая

Вид соединения - встык

		Размеры свариваемых деталей: S=4 мм, B+B=1000+1000 мм, L=4000 мм.
Вариант	2	Марка стали –15кп Способ сварки – газовая Вид соединения - внахлестку Размеры свариваемых деталей: S=6 мм, B+B=700+800 мм, L=5000 мм.
Вариант	3	Способ сварки – полуавтоматическая Марка стали –18кп Вид соединения - тавровое Размеры свариваемых деталей: S=8 мм, B+B=1200+1500 мм, L=3000 мм.
Вариант	4	Способ сварки – газовая Марка стали – Ст1кп Вид соединения – угловое Размеры свариваемых деталей, мм: S=6 мм, B+B=800+500 мм, L=5000 мм.
Вариант	5	Способ сварки – полуавтоматическая Марка стали –20пс Вид соединения - встык Размеры свариваемых деталей: S=6 мм, B+B=1300+1200 мм, L=6000 мм.
Вариант	6	Способ сварки – автоматическая Марка стали – 15Г2СФД Вид соединения – внахлестку Размеры свариваемых деталей, мм: S=20мм, B+B=1500+1500мм, L=4000мм.
Вариант	7	Способ сварки – полуавтоматическая Марка стали –Ст2пс Вид соединения - тавровое Размеры свариваемых деталей: S=8мм, B+B=800+800 мм, L=6000 мм.
Вариант	8	Способ сварки – газовая Марка стали –25 Вид соединения – угловое Размеры свариваемых деталей: S=4 мм, B+B=600+400 мм, L=3000 мм
Вариант	9	

Вариант	10	Способ сварки – полуавтоматическая Марка стали – 09Г2 Вид соединения - встык Размеры свариваемых деталей: S=6 мм, B+B=1000+1200 мм, L=4500 мм.
		Способ сварки – автоматическая Марка стали – 40Х Вид соединения – внахлестку Размеры свариваемых деталей, мм: S=15мм, B+B=1500+2000мм, L=8000мм.
Вариант	11	Способ сварки- газовая Марка стали – Ст3пс Вид соединения – угловое Размеры свариваемых деталей: S=8мм, B+B=900+1200 мм, L=4000 мм.
		Способ сварки – автоматическая Марка стали – 18Х2Н4МА Вид соединения – встык Размеры свариваемых деталей: S=25мм, B+B=2000+2000мм, L=10000мм.
Вариант	12	Способ сварки – газовая Марка стали – Ст3пс Вид соединения – тавровое Размеры свариваемых деталей: S=5мм, B+B=500+700 мм, L=4000 мм.
		Способ сварки – полуавтоматическая Марка стали – 10Г2СД Вид соединения - внахлестку Размеры свариваемых деталей: S=4 мм, B+B=1400+1600 мм, L=5000 мм.
Вариант	13	Способ сварки – автоматическая Марка стали – 15Х6СЮ Вид соединения – встык Размеры свариваемых деталей: S=18 мм, B+B=1500+2000 мм, L=6000 мм.
		Способ сварки – газовая Марка стали – БСт2кп
Вариант	14	
Вариант	15	
Вариант	16	

Вариант	17	Вид соединения – угловое Размеры свариваемых деталей: $S=5\text{мм}$, $B+B=1100+1150\text{ мм}$, $L=4000\text{ мм}$.
		Способ сварки – ручная э/дуговая Марка стали – 40ХГТР Вид соединения –внахлестку Размеры свариваемых деталей: $S=10\text{мм}$, $B+B=800+1600\text{мм}$, $L=3500\text{мм}$
Вариант	18	Способ сварки – полуавтоматическая Марка стали –14Г2 Вид соединения - тавровое Размеры свариваемых деталей: $S=5\text{ мм}$, $B+B=1400+1500\text{ мм}$, $L=5500\text{ мм}$.
		Способ сварки – полуавтоматическая Марка стали –30 Вид соединения - встык Размеры свариваемых деталей: $S=6\text{ мм}$, $B+B=1300+1800\text{ мм}$, $L=4000\text{ мм}$.
Вариант	20	Способ сварки - газовая Марка стали – БСт1кп Вид соединения – встык Размеры свариваемых деталей: $S=4\text{мм}$, $B+B=500+600\text{ мм}$, $L=5000\text{ мм}$.
		Способ сварки – автоматическая Марка стали – 08Х22Н6 Вид соединения – внахлестку Размеры свариваемых деталей, мм: $S=16\text{мм}$, $B+B=1400+1400\text{мм}$, $L=8000\text{мм}$.
Вариант	22	Способ сварки – ручная э/дуговая Марка стали – 30ХМА Вид соединения –тавровое Размеры свариваемых деталей: $S=12\text{мм}$, $B+B=1200+1400\text{мм}$, $L=5500\text{мм}$
		Способ сварки - газовая Марка стали –ВСт3пс Вид соединения – угловое Размеры свариваемых деталей: $S=6\text{мм}$, $B+B=800+1200\text{мм}$, $L=3500\text{мм}$.
Вариант	23	

Вариант	24	Способ сварки – ручная э/дуговая Марка стали – 35 Вид соединения – тавровое Размеры свариваемых деталей: S=14 мм, B+B=1000+1200 мм, L=4000 мм
Вариант	24	Способ сварки – ручная э/дуговая Марка стали – 07X16Н6 Вид соединения – встык Размеры свариваемых деталей: S=16 мм, B+B=1400+1800 мм, L=3500 мм
Вариант	25	Способ сварки – ручная э/дуговая Марка стали – 40ХН Вид соединения – встык Размеры свариваемых деталей: S=12мм, B+B=800+2000мм, L=4500 мм

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

Контрольная работа

по дисциплине: «Технологические процессы в машиностроении»

студента(ки) __ курса

по специальности _____

Исполнитель:

студент (ка) группы _____

ФИО _____

Руководитель:

Доц. _____ Гончаров В.М.

« ____ » _____ 20 __ г.

г. Ставрополь, 20 __ г.

Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Богодухов, С. И. Технологические процессы в машиностроении : учебник / С. И. Богодухов, Р. М. Сулейманов, А. Д. Проскурин ; под общей редакцией С. И. Богодухова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Машиностроение, 2021. — 640 с. — ISBN 978-5-907104-64-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175275>

2. Сысоев, С. К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов : учебное пособие для вузов / С. К. Сысоев, А. С. Сысоев, В. А. Левко. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-9942-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/201644>

Дополнительная литература

1. Павлюкова, н. Т. Специальные технологические процессы в машиностроении : учебное пособие / н. Т. Павлюкова. — Иваново : ИГЭУ, 2020. — 144 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/296243>

2. Разинская, О. И. Технологические процессы в машиностроении: лабораторный практикум : учебное пособие / О. И. Разинская, С. Я. Алибеков. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2022. — 120 с. — ISBN 978-5-8158-2294-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/271031>

3. Технологические процессы механической и физико-химической обработки в машиностроении : учебное пособие / В. Ф. Безъязычный, В. Н. Крылов, Ю. К. Чарковский, Е. В. Шилков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-2118-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209900>