

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«АРКТИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Октёмский филиал
Кафедра механизации сельскохозяйственного производства

УТВЕРЖДАЮ

И.о. первого проректора



/Нюкканов А.Н.

«09» марта 2023 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

ОП.06 Материаловедение

35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования

Техник-механик

Октёмцы, 2023

Фонд оценочных средств учебной дисциплины разработан в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 35.02.16 «Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования», утвержденный приказом Министерства просвещения Российской Федерации от «14» апреля 2022 г. №235.

- Учебным планом специальности 35.02.16 «Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования». Утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ от «26» января 2023 г. №3.

Разработчик(и) ФОС _____ преподаватель СПО Стрекаловская Злата Юрьевна
степень, звание, фамилия, имя, отчество

Фонд оценочных средств учебной дисциплины ОП.06 Материаловедение
одобрен на заседании кафедры от « 16 » февраля 2023 г. Протокол № 7 .

И.о.зав. кафедрой разработчика ФОС _____ /Хитерхеева Н.С./
подпись фамилия, имя, отчество

Фонд оценочных средств учебной дисциплины рассмотрен и рекомендован к использованию в учебном процессе на заседании УМС Октёмского филиала ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ

Председатель УМС Октёмского филиала
ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ _____ /Острельдина О.И./
подпись фамилия, имя, отчество

Протокол заседания УМС № 7 от «17» февраля 2023 г.

Председатель УМС ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ _____ /Нюкканов А.Н./
подпись фамилия, имя, отчество

Протокол заседания УМС № 12 от « 09 » марта 2023 г.

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

по дисциплине ОП.06 Материаловедение

по специальности 35.02.16 «Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования»

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания) ¹	Формируемые компетенции ¹	Наименование темы ²	Уровень освоения Темы ²	Наименование контрольно-оценочного средства	
				Текущий контроль ³	Промежуточная аттестация ⁴
1	2	3	4	5	6
<p>У.1. Распознавать и классифицировать конструкционные и сырьевые материалы по внешнему виду, происхождению, свойствам;</p> <p>У.2. Подбирать материалы по их назначению и условиям эксплуатации для выполнения работ;</p> <p>У.3. Выбирать и расшифровывать марки конструкционных материалов;</p> <p>У.4. Определять твердость металлов;</p> <p>У.5. Определять режимы отжига, закалки и отпуска стали;</p> <p>У.6. Подбирать способы и режимы обработки металлов (литьем, давлением, сваркой, резанием и др.) для изготовления различных деталей.</p>	<p>ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 07, ПК 1.2, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.4.</p>	<p>Раздел 1. Металловедение</p> <p>Тема 1.1. Производство металлов и сплавов</p> <p>Тема 1.2. Строение и свойства сплавов</p> <p>Раздел 2. Основы материаловедения</p> <p>Тема 2.1. Железуглеродистые сплавы</p> <p>Тема 2.2. Чугуны</p> <p>Тема 2.3. Углеродистые и легированные стали</p> <p>Тема 2.4. Конструкционные материалы</p> <p>Раздел 3. Неметаллические материалы</p>	2	<p>-практические задания</p> <p>- тестовое задание</p> <p>-контрольная работа по разделу;</p>	<p>Дифференцированный зачет во 2 семестре</p>

<p>3.1. Основные виды конструкционных и сырьевых, металлических и неметаллических материалов;</p> <p>3.2. Классификацию, свойства, маркировку и область применения конструкционных материалов, принципы их выбора для применения в производстве;</p> <p>3.3. Основные сведения о назначении и свойствах металлов и сплавов, о технологии их производства;</p> <p>3.4. Особенности строения металлов и их сплавов, закономерности процессов кристаллизации и структурообразования;</p> <p>3.5. Виды обработки металлов и сплавов;</p> <p>3.6. Сущность технологических процессов литья, сварки, обработки металлов давлением и резанием;</p> <p>3.7. Основы термообработки металлов;</p> <p>3.8. Способы защиты металлов от коррозии;</p> <p>3.9. Требования к качеству обработки деталей;</p> <p>3.10. Виды износа деталей и узлов;</p> <p>3.11. Особенности строения,</p>	<p>ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 07, ПК 1.2, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.4.</p>	<p>Тема 3.1. Резинотехнические материалы</p>			
--	---	---	--	--	--

назначения и свойства различных групп неметаллических материалов; 3.12. Характеристики топливных, смазочных, абразивных материалов и специальных жидкостей; 3.13. Классификацию и марки масел; 3.14. Эксплуатационные свойства различных видов топлива; 3.15. Правила хранения топлива, смазочных материалов и специальных жидкостей; 3.16. Классификацию и способы получения композиционных материалов.					
---	--	--	--	--	--

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1 – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств);

2 – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством);

3 – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач).

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПРОВЕРКЕ

В результате аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих умений и знаний, а также динамика формирования общих компетенций.

Компетенци и	Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания) ¹	Основные показатели оценки результата	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3	4
	Умеет:		

ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 07, ПК 1.2, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.4.	У.1. Распознавать и классифицировать конструкционные и сырьевые материалы по внешнему виду, происхождению, свойствам;	Умеет распознавать и классифицировать конструкционные и сырьевые материалы по внешнему виду, происхождению, свойствам;	-тестирование -устный опрос -конспект -презентация по заданным темам
	У.2. Подбирать материалы по их назначению и условиям эксплуатации для выполнения работ;	Умеет подбирать материалы по их назначению и условиям эксплуатации для выполнения работ;	
	У.3. Выбирать и расшифровывать марки конструкционных материалов;	Умеет выбирать и расшифровывать марки конструкционных материалов;	
	У.4. Определять твердость металлов;	Умеет определять твердость металлов;	
	У.5. Определять режимы отжига, закалки и отпуска стали;	Умеет определять режимы отжига, закалки и отпуска стали;	
	У.6. Подбирать способы и режимы обработки металлов (литьем, давлением, сваркой, резанием и др.) для изготовления различных деталей.	Умеет подбирать способы и режимы обработки металлов (литьем, давлением, сваркой, резанием и др.) для изготовления различных деталей.	
Знает:			
3.1. Основные виды конструкционных и сырьевых, металлических и неметаллических материалов;	Знает основные виды конструкционных и сырьевых, металлических и неметаллических материалов;	-тестирование -устный опрос -конспект -презентация по заданным темам -диффер.зачет	
3.2. Классификацию, свойства, маркировку и область применения конструкционных материалов, принципы их выбора для применения в производстве;	Знает классификацию, свойства, маркировку и область применения конструкционных материалов, принципы их выбора для применения в производстве;		
3.3. Основные сведения о назначении и свойствах металлов и сплавов, о технологии их производства;	Знает основные сведения о назначении и свойствах металлов и сплавов, о технологии их производства;		
3.4. Особенности строения металлов и их сплавов, закономерности процессов кристаллизации и структурообразования;	Знает особенности строения металлов и их сплавов, закономерности процессов кристаллизации и структурообразования;		

3.5. Виды обработки металлов и сплавов;	Знает виды обработки металлов и сплавов;
3.6. Сущность технологических процессов литья, сварки, обработки металлов давлением и резанием;	Знает сущность технологических процессов литья, сварки, обработки металлов давлением и резанием;
3.7. Основы термообработки металлов;	Знает основы термообработки металлов;
3.8. Способы защиты металлов от коррозии;	Знает способы защиты металлов от коррозии;
3.9. Требования к качеству обработки деталей;	Знает требования к качеству обработки деталей;
3.10. Виды износа деталей и узлов;	Знает виды износа деталей и узлов;
3.11. Особенности строения, назначения и свойства различных групп неметаллических материалов;	Знает особенности строения, назначения и свойства различных групп неметаллических материалов;
3.12. Характеристики топливных, смазочных, абразивных материалов и специальных жидкостей;	Знает характеристики топливных, смазочных, абразивных материалов и специальных жидкостей;
3.13. Классификацию и марки масел;	Знает классификацию и марки масел;
3.14. Эксплуатационные свойства различных видов топлива;	Знает эксплуатационные свойства различных видов топлива;
3.15. Правила хранения топлива, смазочных материалов и специальных жидкостей;	Знает правила хранения топлива, смазочных материалов и специальных жидкостей;
3.16. Классификацию и способы получения композиционных материалов.	Знает классификацию и способы получения композиционных материалов.

2.1. Оценка освоения учебной дисциплины

2.1.1. Формы и методы оценивания

Предметом оценки служат умения и знания, предусмотренные ФГОС по дисциплине «Материаловедение», направленные на формирование общих и профессиональных компетенций.

Перечень объектов контроля и оценки

ОК, ПК	Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания) ¹	Основные показатели оценки результата	Оценка (да/нет)
--------	---	---------------------------------------	-----------------

1	2	3	4
ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 07, ПК 1.2, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.4.	уметь:		
	У.1. Распознавать и классифицировать конструкционные и сырьевые материалы по внешнему виду, происхождению, свойствам;	Умеет распознавать и классифицировать конструкционные и сырьевые материалы по внешнему виду, происхождению, свойствам;	(да/нет)
	У.2. Подбирать материалы по их назначению и условиям эксплуатации для выполнения работ;	Умеет подбирать материалы по их назначению и условиям эксплуатации для выполнения работ;	(да/нет)
	У.3. Выбирать и расшифровывать марки конструкционных материалов;	Умеет выбирать и расшифровывать марки конструкционных материалов;	(да/нет)
	У.4. Определять твердость металлов;	Умеет определять твердость металлов;	(да/нет)
	У.5. Определять режимы отжига, закалки и отпуска стали;	Умеет определять режимы отжига, закалки и отпуска стали;	(да/нет)
	У.6. Подбирать способы и режимы обработки металлов (литьем, давлением, сваркой, резанием и др.) для изготовления различных деталей.	Умеет подбирать способы и режимы обработки металлов (литьем, давлением, сваркой, резанием и др.) для изготовления различных деталей.	(да/нет)
	знать:		
	3.1. Основные виды конструкционных и сырьевых, металлических и неметаллических материалов;	Знает основные виды конструкционных и сырьевых, металлических и неметаллических материалов;	(да/нет)
	3.2. Классификацию, свойства, маркировку и область применения конструкционных материалов, принципы их выбора для применения в производстве;	Знает классификацию, свойства, маркировку и область применения конструкционных материалов, принципы их выбора для применения в производстве;	(да/нет)
	3.3. Основные сведения о назначении и свойствах металлов и сплавов, о технологии их производства;	Знает основные сведения о назначении и свойствах металлов и сплавов, о технологии их производства;	(да/нет)
3.4. Особенности строения металлов и их сплавов, закономерности процессов кристаллизации и структурообразования;	Знает особенности строения металлов и их сплавов, закономерности процессов кристаллизации и структурообразования;	(да/нет)	

3.5. Виды обработки металлов и сплавов;	Знает виды обработки металлов и сплавов;	(да/нет)
3.6. Сущность технологических процессов литья, сварки, обработки металлов давлением и резанием;	Знает сущность технологических процессов литья, сварки, обработки металлов давлением и резанием;	(да/нет)
3.7. Основы термообработки металлов;	Знает основы термообработки металлов;	(да/нет)
3.8. Способы защиты металлов от коррозии;	Знает способы защиты металлов от коррозии;	(да/нет)
3.9. Требования к качеству обработки деталей;	Знает требования к качеству обработки деталей;	(да/нет)
3.10. Виды износа деталей и узлов;	Знает виды износа деталей и узлов;	(да/нет)
3.11. Особенности строения, назначения и свойства различных групп неметаллических материалов;	Знает особенности строения, назначения и свойства различных групп неметаллических материалов;	(да/нет)
3.12. Характеристики топливных, смазочных, абразивных материалов и специальных жидкостей;	Знает характеристики топливных, смазочных, абразивных материалов и специальных жидкостей;	(да/нет)
3.13. Классификацию и марки масел;	Знает классификацию и марки масел;	(да/нет)
3.14. Эксплуатационные свойства различных видов топлива;	Знает эксплуатационные свойства различных видов топлива;	(да/нет)
3.15. Правила хранения топлива, смазочных материалов и специальных жидкостей;	Знает правила хранения топлива, смазочных материалов и специальных жидкостей;	(да/нет)
3.16. Классификацию и способы получения композиционных материалов.	Знает классификацию и способы получения композиционных материалов.	(да/нет)

Критерии оценивания:

Оценка компетенции производится по интегральной оценке ОПОР. Каждый ОПОР оценивается 1 или 0, сумма этих оценок дает оценку компетенции: «да» или «нет». Уровень оценки компетенций производится суммированием количества ответов «да» в процентном соотношении от общего количества ответов.

Для перевода баллов в оценку применяется универсальная шкала оценки образовательных достижений

Универсальная шкала оценки образовательных достижений

Процент результативности	Оценка уровня подготовки	
	оценка компетенций обучающихся	оценка уровня освоения дисциплин;
90 ÷ 100	высокий	<i>отлично</i>
70 ÷ 89	продвинутый	<i>хорошо</i>
50 ÷ 69	пороговый	<i>удовлетворительно</i>
менее 50	не освоены	<i>неудовлетворительно</i>

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Для оценивания компетенций: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 07, ПК 1.2, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.4.

3.1. Типовые задания для текущего контроля

Тестовый контроль (пример)

1. Выберите правильное утверждение:

- А) не все металлы имеют кристаллическое строение
- Б) все металлы обладают высокой электропроводностью
- В) некоторые металлы в твердом состоянии могут изменять свое кристаллическое строение

2. Испытаниями на растяжение определяют свойства металлов:

- А) специальные
- Б) технологические
- В) химические
- г) механические
- д) физические

3. Испытаниями на стойкость против коррозии определяют свойства металлов:

- А) технологические
- Б) специальные
- В) химические
- Г) физические
- Д) механические

Критерии оценивания:

А

$K = \frac{A}{P}$;

Р

где К – коэффициент усвоения, А – число правильных ответов, Р – общее число вопросов в тесте.

5 = 0,91-1

4 = 0,76-0,9

3 = 0,61-0,75

2 = 0,6

Примерные задания для контрольной работы

1. Каким образом получается чугун?
2. Каким образом производится сталь?
3. Какие существуют процессы получения стали?

Критерии оценивания:

Контрольная работа оценивается удовлетворительной оценкой (61-100 б.) и неудовлетворительной (<60 б):

«удовлетворительно»– выполнено правильно не менее 50% заданий, работа выполнена по стандартной или самостоятельно разработанной методике, в освещении вопросов не содержится грубых ошибок, по ходу решения сделаны аргументированные выводы, самостоятельно выполнена графическая часть работы;

«неудовлетворительно» - студент не справился с заданием (выполнено правильно менее 50% задания варианта), не раскрыто основное содержание вопросов, имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в решении задач, в выполнении графической части задания и т.д., а также выполнена не самостоятельно.

Типовые задания для практической работы

Практическая работа №1: Диаграммы состояния

1. Что называется сплавом?
2. Раскройте понятия механической смеси, твердого раствора и химического соединения. Приведите примеры.
3. В каких координатах строится диаграмма состояния двойных сплавов?

Критерии оценивания:

Оценка «Отлично» выставляется, студент активно дает полные ответы на все вопросы, показывает при этом глубокое овладение материалом, проявляет умение самостоятельно и аргументировано пояснения своего ответа на вопросы, может привести примеры, анализировать информацию, делать самостоятельные обобщения и выводы.

Оценка «Хорошо» выставляется при условии соблюдения следующих требований: даны ответы на все вопросы, изложения материала логическое, обоснованное фактами и примерами, студент обнаружил теоретические знания, но недостаточно владеет умением анализировать информацию, в ответах допущены неточности, некоторые незначительные ошибки, имеет место недостаточная аргументированность при изложении материала.

Оценка «Удовлетворительно» выставляется в том случае, когда студент недостаточно овладел сутью материала по данной теме, ответил на большую часть вопросов, но ответы даны краткие, без аргументированного пояснения или допущены ошибки при освещении теоретического материала.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется в случае, когда студент обнаружил несостоятельность осветить вопросы или вопросы освещены неправильно, бессистемно, с грубыми ошибками, отсутствуют понимание основной сути вопросов, неумение делать выводы, обобщения.

Типовые задания для самостоятельной работы

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические занятия, самостоятельная работа студентов	Вид работы
1	2	3
Тема 1.1. Железоуглеродистые сплавы	Диаграмма изотермического превращения переохлажденного аустенита.	Доклад

3.1. Типовые задания для промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к дифференцированному зачету):

Вопросы

1. Основные свойства металлов, их значение при выборе сплавов для изготовления деталей машин.
2. Основные способы обработки металлов резанием: точение, сверление, фрезерование, строгание, шлифование и др. Достоинства и недостатки.
3. Дать понятие «дислокации», перечислить ее виды.

Критерии оценивания для экзамена:

«Отлично» - заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

«Хорошо» - заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

«Удовлетворительно» - заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

«Неудовлетворительно» - выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«АРКТИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**
(ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ)
Октемский филиал
Кафедра механизации сельскохозяйственного производства

**Комплект материалов
для проведения контрольных работ**

ОП.06 Материаловедение

наименование учебной дисциплины

35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования

код, наименование специальности/профессии

Октемцы, 2023

Задания для контрольной работы
Контрольные вопросы по разделу 1. Металловедение.

Производство металлов и сплавов

1. Какие существуют основные виды сырьевых материалов?
2. Как определяется твердость металлов?
3. Какие основные свойства имеют металлы и сплавы?
4. Какие существуют виды обработки металлов и сплавов?
5. Какие способы защиты металлов от коррозии существуют?
6. Какие существуют виды износов деталей и узлов?

Конструкционные материалы.

1. Каким образом получается чугун?
2. Каким образом производится сталь?
3. Какие существуют процессы получения стали?
4. Какие существуют плавильные агрегаты для получения чугуна?
5. В каких плавильных агрегатах может выплавляться сталь?
6. Опишите технологический процесс получения алюминия.
7. Что представляет собой порошковая металлургия?

Чугуны

1. Что называется чугуном?
2. Какими параметрами определяются типы чугуна?
3. По каким признакам осуществляется классификация чугунов?
4. Назовите структурные составляющие чугунов.
5. Чем обусловлены механические свойства высокопрочного чугуна?
6. Каким образом получается ковкий чугун?
7. Каким образом подразделяются легированные чугуны по своему назначению?

Стали.

1. Каким образом классифицируются стали?
2. Как подразделяются, стали по своему назначению?
3. Какие существуют группы углеродистых сталей?
4. С какой целью осуществляется легирование сталей?
5. Какие стали относятся к группе инструментальных?
6. Что представляют собой твердые сплавы?

Контрольные вопросы по разделу 2. Неметаллические материалы.

1. Какие свойства имеет резина?
2. Какие характеристики имеют топливные, смазочные, абразивные материалы?
3. Назовите классификацию и марки масел?
4. Какие существуют правила хранения топлива, смазочные материалы и специальные жидкости?

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«АРКТИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**
(ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ)
Октемский филиал
Кафедра механизации сельскохозяйственного производства

**Комплект материалов
для проведения практических занятий**

ОП.06 Материаловедение

наименование учебной дисциплины

35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования

код, наименование специальности/профессии

Октябрь, 2023

Практическая работа №1: Диаграммы состояния

1. Что называется сплавом?
2. Раскройте понятия механической смеси, твердого раствора и химического соединения. Приведите примеры.
3. В каких координатах строится диаграмма состояния двойных сплавов?
4. Раскройте применение диаграмм состояния двойных сплавов.
5. Дайте краткую характеристику железа.
6. Дайте определение стали и чугуна.
7. Каково влияние полезных и вредных примесей на свойства сталей и чугунов?
8. Какие химические элементы вводят в стали и чугуны с целью улучшения их свойств?
9. Назовите механические смеси и твердые растворы железоуглеродистых сплавов и дайте их характеристику.
10. Охарактеризуйте процесс перекристаллизации и расплавления сталей с массовой долей углерода 0,1; 0,5; 0,8; 1 %, чугунов — 2,5; 3,5; 5 %.
12. Какие микроструктуры будут иметь эти стали и чугуны при нагревании?
13. Какой основной химический элемент является обязательным компонентом в сталях и чугунах и какова его массовая доля?

Практическая работа №2: Чугуны – свойства, применение, маркировка

Цель работы

1. Изучить основные разновидности чугунов, их строение, свойства и маркировку.
2. Познакомиться с основами выбора марки чугуна для изготовления деталей машин, изделий.

Оборудование и материалы для выполнения работы

1. Комплект учебно-лабораторного оборудования "Механические свойства материалов" УП
2. Металлографические шлифы чугунов.
3. Металлографические микроскопы ММУ-3, МИМ-7 и т.п.

Порядок выполнения работы

1. Прочитайте внимательно основные сведения по теме работы и разберитесь с классификацией чугунов, их строением, свойствами, областью применения каждой группы материалов.
2. Изучите чугунную часть диаграммы железо-углерод.
3. Изучите под микроскопом металлографические шлифы чугунов и зарисуйте их структуры. На рисунках обозначьте все структурные составляющие и определите, к какой группе относится каждый из изучаемых образцов чугуна.
4. Выполните 1-2 задания, данные преподавателем, по выбору материала для изготовления изделий.

Основные положения

Чугун – это железоуглеродистый сплав с содержанием углерода от 2,14 до 6 %. Кроме этих элементов, в чугуне содержится еще ряд примесей (кремний, марганец, сера, фосфор и др.). С целью улучшения свойств в чугуны могут вводиться легирующие элементы, такие как хром, никель, медь и др.

Положительными свойствами этого материала являются, хорошие литейные свойства (температура плавления ниже чем у стали, малая усадка, хорошая жидкотекучесть); хорошая обрабатываемость резанием (кроме одной разновидности – белого чугуна); достаточно высокая работоспособность в условиях трения; способность гасить (демпфировать) вибрации; низкая стоимость.

Недостатком чугуна являются его низкие пластические свойства и ударная вязкость, что препятствует использованию чугуна для изготовления деталей, работающих при значительных динамических, ударных нагрузках, и делает невозможным в большинстве случаев использование обработки давлением (ковки, штамповки, прокатки и т. д.) для изготовления чугунных изделий.

По структуре различают чугуны, в которых углерод находится в виде химического соединения с железом Fe_3C – цементита, и чугуны, в которых углерод, в основном, находится в свободном состоянии, в виде графита.

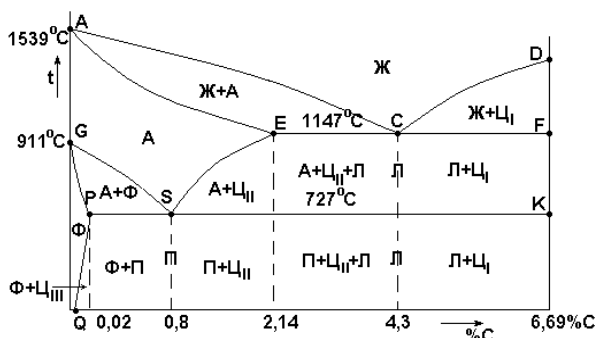


Рис. 1

Первая разновидность называется **белым чугуном**. Структура белых чугунов описывается чугуновой частью диаграммы железо-углерод (рис. 1).

Рис. 1. Диаграмма железо-углерод:

- Ж – жидкий раствор; А – аустенит (твёрдый раствор углерода в γ -Fe);
- Ц – цементит (Fe_3C); Ф – феррит (твёрдый раствор углерода в α -Fe);
- П – перлит (эвтектоидная смесь феррита и цементита);
- Л – ледебурит (эвтектическая смесь аустенита и цементита, ниже линии *PSK* – смесь перлита и цементита)

Согласно диаграмме, существует три разновидности белых чугунов: **доэвтектический** со структурой перлит, ледебурит и вторичный цементит, **эвтектический** со структурой ледебурит и **заэвтектический** со структурой ледебурит и первичный цементит (рис. 2).

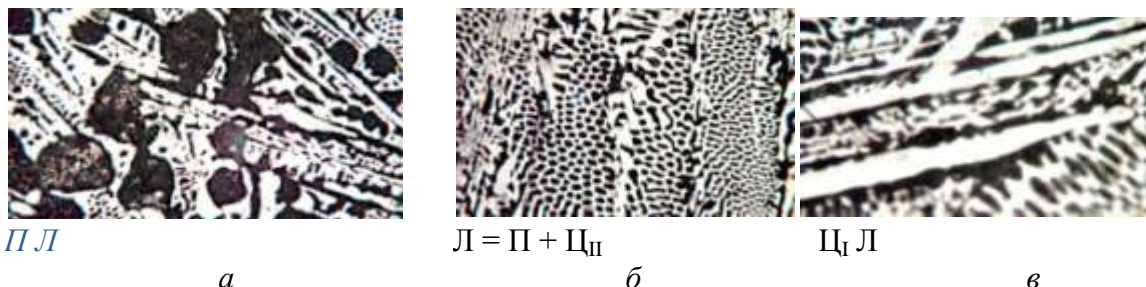


Рис. 2. Микроструктура белых чугунов:

a – доэвтектического; *б* – эвтектического; *в* – заэвтектического

Получают белый чугун при ускоренном охлаждении в процессе отливки деталей, заготовок. Способствует также получению этой разновидности чугуна повышенное содержание в нем хрома, марганца. Структура белого чугуна определяет его механические свойства: это твёрдый хрупкий материал, имеющий предел прочности при растяжении $\sigma_B = 100\ 400$ МПа ($10\ 40$ кг/мм²), твердость HB 300 700 и относительное удлинение $\delta = 0,1\ 0,2$ %. Вследствие низкой пластичности, белый чугун применяется очень редко, в основном, для изделий, работающих в условиях абразивного и гидроабразивного износа, когда его повышенная хрупкость не играет решающей роли

В ряде случаев изготавливают детали с так называемой отбеленной поверхностью. Их поверхностный слой представляет собой белый чугун и имеет повышенную твердость и износостойкость, а сердцевина имеет структуру другой разновидности чугуна (с наличием графита), что обеспечивает необходимый комплекс механических свойств. *Примерами таких изделий с отбеленной поверхностью являются валки для холодной прокатки металла, шары для шаровых мельниц.*

Чугуны, в которых углерод находится в свободном виде, классифицируют по форме графитовых включений:

1. **Ковкий чугун** с хлопьевидными включениями графита.
2. **Серый чугун**. В нем содержится графит в виде пластинчатых включений.
3. **Высокопрочный чугун**, в котором графит имеет шаровидную форму.

Металлическая основа этих чугунов может быть *перлитной*, *ферритной* или *феррито-перлитной*. Схематические структуры рассматриваемых чугунов показаны на рис. 3.

Поскольку графитовые включения отрицательно сказываются на механических свойствах металла, особенно на пластичности, то чем менее разветвленную форму они имеют, тем меньше их отрицательное влияние. Самая неудачная, с точки зрения механических свойств, форма графита – пластинчатая (пластичность при этом самая низкая), а наиболее благоприятная – шаровидная форма включений, обеспечивающая максимальную пластичность (см. рис. 3). Это связано с тем, что графитовые включения играют роль трещин, пустот в чугуне и являются концентраторами напряжений. Чем более компактную форму имеют эти включения, тем более «мягкий» получается концентратор напряжений и тем меньше снижение механических свойств металла за счет графита.

Ковкий чугун получают из белого чугуна путем специального отжига. Это длительная (70 – 80 часов) термическая обработка, при которой белый чугун медленно нагревается до температур 950–1000 °С и после определенной выдержки медленно охлаждается по определённой схеме. При таком отжиге происходит графитизация цементита белого чугуна с образованием хлопьевидных включений графита. Обозначается ковкий чугун буквами КЧ, после которых следуют цифры, показывающие предел прочности при растяжении σ_B в кг/мм² – первая цифра, и относительное удлинение δ в % – вторая цифра (ГОСТ 1215 в редакции 1992 г.). Например, КЧ30-6 ($\sigma_B = 30$ кг/мм², $\delta = 6$ %). Применяется этот чугун для изготовления деталей, работающих в более тяжелых условиях по сравнению с деталями из серого чугуна при повышенных нагрузках, при знакопеременных и небольших ударных нагрузках. Например, картеры редукторов, коробок передач автомобилей, кронштейны рессор, различные крюки, фланцы и т.п.

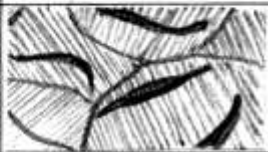








Структура металлической основы (твердость)	Тип чугуна и форма графита		
	Серый с пластинчатым графитом	Ковкий с хлопьевидным графитом	Высокопрочный с шаровидным графитом
Перлит (250 НВ)			
Перлит и феррит (200 НВ)			
Феррит (150 НВ)			
δ , %	0,2-0,5	5-10	10-15

Рис. 3. Схемы микроструктур чугунов, содержащих графит

Серый чугун получают при литье изделий обеспечивая медленное охлаждение металла. Для графитизации углерода в расплав обязательно добавляется кремний. Изменяя содержание кремния от 0,5 % - (перлитный чугун) до 5 % - (ферритная металлическая основа), можно менять структуру и свойства серого чугуна. Маркируется он буквами СЧ, после которых ставится цифра, показывающая предел прочности при растяжении σ_b в кг/мм² (ГОСТ 1412-85). Например, СЧ12 ($\sigma_b = 12$ кг/мм²). Применяется серый чугун для изготовления слабонагруженных деталей, работающих в легких условиях. *Например, корпуса редукторов, насосов, электродвигателей, различные крышки, отопительные батареи и т.п.*

Высокопрочный чугун получают при выплавке серого чугуна путем его модифицирования его магнием или церием в количестве 0,05 – 0,1 %. Модификаторы способствуют формированию шаровидных включений графита в место пластинчатых. Обозначаются высокопрочные чугуны буквами ВЧ и цифрой, показывающей предел прочности при растяжении σ_b (ГОСТ 7293-85). Например, ВЧ 40 ($\delta_b = 40$ кг/мм²). Применяется высокопрочный чугун для изготовления ответственных деталей, работающих в довольно сложных условиях при повышенном нагружении. *Например, коленчатые и распределительные валы легковых автомобилей, прокатные валки, корпуса турбин, детали кузнечно-прессового оборудования и др.*

Представляет интерес использование чугунов для деталей, работающих в специфических условиях (агрессивные среды, высокие температуры и др.). Для этого в чугуны вводят легирующие элементы, способствующие повышению необходимых свойств. Такие чугуны называют **легируемыми** или чугунами специального назначения. Они дешевле легированных сталей и вследствие лучших литейных свойств оказываются предпочтительнее для получения отливок.

Марки и механические свойства чугунов

Марка чугуна	σ_b , МПа (кг/мм ²)	δ , %	НВ
СЧ10	100 (10)	–	190
СЧ15	150 (15)	–	210
СЧ20	200 (20)	–	230
СЧ35	350 (35)	–	275
КЧ 30-6	300 (30)	6	100 163
КЧ 35-10	350 (35)	10	100 163
КЧ 45-7	450 (45)	7	150 207
КЧ 60-3	600 (60)	3	200 269
ВЧ 35	350 (35)	22	140 170
ВЧ 40	400 (40)	15	140 202
ВЧ 50	500 (50)	7	153 245
ВЧ 70	700 (70)	2	228 302

Примечание: Для серых чугунов толщина стенки отливки 15 мм, для ковких чугунов размер отливки 16 мм.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Краткая характеристика основных видов чугунов, особенности их строения и свойств.
3. Диаграмма железо-углерод с подробным рассмотрением ее чугуновой части.
4. Рисунки структур чугунов, изученных под микроскопом, с подробными пояснениями структурных составляющих и типа чугуна.

5. Выбор материала для изделий по заданиям, данным преподавателем, с подробными пояснениями, анализом.

Практическая работа №3: Определение режимов отжига, закалки и отпуска стали.

Цель работы: Изучить влияние термической обработки на структуру и свойства углеродистых сталей.

Теоретическое обоснование

Свойства сплавов зависят не только от их химического состава, но и от структуры (внутреннего строения). Сталь относится к группе сплавов, у которых структура может быть достаточно легко изменена с помощью термической обработки.

Термическая обработка заключается в нагреве сплавов до определенной температуры, выдержке их при этой температуре и последующем охлаждении. Причем, если в сплавах (а к ним относятся и стали) при нагреве и охлаждении в твердом состоянии происходят фазовые превращения, то с помощью термической обработки можно в широких пределах изменять их механические свойства.

В зависимости от условий термической обработки стали одного и того же химического состава можно получить самые различные соотношения характеристик прочности, пластичности, упругости и вязкости. С этой целью применяют следующие виды термической обработки:

Отжиг – нагрев стали выше температуры фазовых превращений, выдержка и медленное охлаждение (с печью). Отжиг применяется для получения равновесной структуры, уменьшения твердости и внутренних напряжений, улучшения обрабатываемости резанием.

Нормализация – нагрев стали выше температуры фазовых превращений, выдержка и охлаждение на воздухе. Для низкоуглеродистой стали нормализация применяется для тех же целей, что и отжиг, но она проще и дешевле. Для высокоуглеродистых и легированных сталей нормализации не может заменить отжиг, так как возможно получение неравновесных структур.

Закалка – нагрев стали выше температуры фазовых превращений, выдержка и охлаждение со скоростью больше критической скорости охлаждения $V_{кр}$.

В результате закалки получают неравновесную структуру, которая обладает высокой прочностью, твердостью и износостойкостью.

При охлаждении стали, нагретой до высокой температуры, возможны два варианта превращения аустенита:

– *диффузионное* (эвтектоидное) превращение, в результате которого образуется смесь феррита и цементита и возникают фазы с различным содержанием углерода. Такое превращение происходит при отжиге и нормализации;

– *бездиффузионное* превращение, когда при быстром охлаждении в результате полиморфного превращения $Fe_\gamma \rightarrow Fe_\alpha$ получается структура **мартенсита** – пересыщенного твердого раствора углерода в Fe_α . Так как это превращение не сопровождается диффузией, то в кристаллической решетке Fe_α сохранится столько углерода, сколько его было в аустените. Такой характер превращения аустенита реализуется при закалке.

Наименьшая скорость охлаждения, при которой не происходит диффузионного распада аустенита и получается структура мартенсита, называется **критической скоростью охлаждения $V_{кр}$** . Поэтому для закалки стали, нагретой до аустенитного состояния, необходима скорость охлаждения, превышающая $V_{кр}$.

Структура мартенсита, полученная после закалки, является неустойчивой. Она обладает высокой прочностью, твердостью, но одновременно имеет очень большие внутренние напряжения и хрупкость. Для уменьшения внутренних напряжений и получения необходимого комплекса механических свойств после закалки проводят отпуск.

Отпуск – нагрев закаленной стали ниже температуры фазовых превращений. При отпуске неустойчивая структура мартенсита распадается и переходит в более стабильное состояние. При этом структура и свойства получающейся стали зависят от температуры

отпуска. Чем выше температура отпуска, тем меньше твердость и прочность, но больше пластичность и вязкость стали.

Температура нагрева при термической обработке стали определяется по диаграмме состояния $Fe-Fe_3C$ (рис. 1).

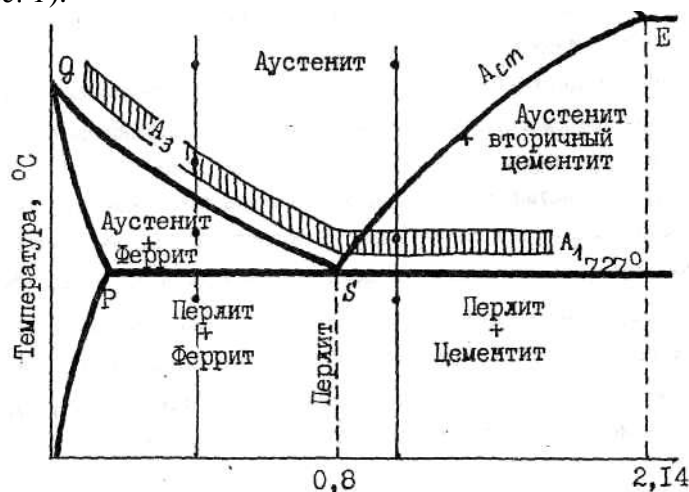


Рис. 1. Фрагмент диаграммы $Fe-Fe_3C$ и интервал температуры нагрева стали при термической обработке

В практике термической обработки принято называть:

- горизонтальную линию **PSK** ($727\text{ }^{\circ}\text{C}$) линией **A₁**;
- линию **GS** – **A₃**;
- линию **SE** – **A_{cm}**.

Если при термической обработке сталь нагревают выше линии **A₃-A_{cm}**, то такую термическую обработку называют *полной*. Если нагрев проводят выше линии **A₁**, то ниже линии **A₃-A_{cm}**, термическую обработку называют *неполной*.

Для доэвтектоидных сталей применяется полная термическая обработка. Доэвтектоидные стали называют *конструкционными*; из них изготавливают детали машин (валы, шестерни, пружины и т.д.) и различные конструкции.

При отжиге, нормализации и закалке оптимальная температура нагрева доэвтектоидных сталей составляет **A₃ + (30 + 50 °C)**. При этой температуре структура стали состоит из мелких зерен аустенита.

При медленном охлаждении происходит диффузионный распад аустенита, поэтому доэвтектоидная сталь после отжига получает равновесную структуру феррита и перлита. После нормализации структура стали аналогична отожженной, но из-за ускоренного охлаждения она несколько мельче, что вызывает незначительное повышение твердости и прочности.

Для превышения критической скорости охлаждения при закалке углеродистых сталей часто используют в качестве охлаждающего агента – воду. Структура доэвтектоидной стали после закалки с температуры **A₃ + (30 + 50 °C)** – мелкоигльчатый мартенсит (2-5 % аустенита, остающегося всегда после закалки, на свойства не влияют).

Температура нагрева стали при закалке имеет важное значение. Если доэвтектоидную сталь нагреть значительно выше линии **A₃** (перегрев), то произойдет заметный рост зерен аустенита. В результате при закалке образуется крупноигльчатый мартенсит. Такой мартенсит имеет пониженную твердость, прочность и повышенную хрупкость.

При закалке доэвтектоидных сталей с температурой выше **A₁**, но ниже **A₃** (неполной закалке) в структуре кроме мартенсита сохранится мягкий феррит, что приводит к снижению прочности и твердости стали.

Если углеродистые стали закалывать в растительном или минеральном масле, то скорость охлаждения будет не только меньше, чем при охлаждении в воде, но и меньше критической скорости охлаждения $V_{кр}$. При таком охлаждении часть аустенита будет распадаться диффузионным путем на мелкодисперсную смесь феррита и цементита

– **троостит**. Оставшийся аустенит при достижении температуры M_n превращается в мартенсит. Структура, состоящая из мартенсита и троостита, уступает по твердости и прочности чисто мартенситной.

Заэвтектоидные стали получили название **инструментальных**. Из них изготавливают различный режущий, штамповый и измерительный инструмент: резцы, сверла, матрицы, пуансоны, линейки, скобы и т. д. Инструмент должен иметь высокую прочность, твердость, износостойкость, стабильность размеров.

Для заэвтектоидных сталей применяют неполную термическую обработку. При этом их нагревают с целью отжига или закалки до температуры $A_3 + (30 + 50 \text{ }^\circ\text{C})$. При такой температуре структура заэвтектоидной стали состоит из аустенита и цементита. При отжиге в результате эвтектоидного превращения аустенит превращается в перлит, и структура заэвтектоидной стали состоит из перлита и цементита.

После закалки заэвтектоидная сталь имеет структуру мартенсита и цементита с небольшим количеством остаточного аустенита. Наличие цементита в структуре инструментальной стали дополнительно повышает ее твердость и износостойкость (твердость цементита больше твердости мартенсита). Нагрев заэвтектоидных сталей выше линии A_{ct} (полная термическая обработка) не применяется. Медленное охлаждение (отжиг) с температурой выше A_{ct} приводит к образованию структуры с очень грубой цементитной сеткой и повышенной хрупкостью. Закалка с такой температуры приводит к образованию крупноиглочатого мартенсита и повышенного количества остаточного аустенита, в результате сталь приобретает пониженную твердость, прочность и повышенную хрупкость. Термическая обработка закаленной стали заканчивается отпуском. В зависимости от назначения и условий работы деталей для обеспечения необходимого комплекса механических свойств применяют три вида отпуска:

Низкий отпуск ($T = 150-200 \text{ }^\circ\text{C}$) служит для уменьшения внутренних напряжений, хрупкости при сохранении высокой твердости и прочности. Мартенсит закалки превращается в **мартенсит отпуска**. Этот вид отпуска применяют, как правило, для режущего и измерительного инструмента. В зависимости от содержания углерода в стали твердость мартенсита составляет 550-650 НВ.

Средний отпуск ($T = 300-450 \text{ }^\circ\text{C}$) приводит к распаду мартенсита и образованию высокодисперсной смеси феррита и цементита, которая называется **трооститом отпуска**. Структура троостита обладает пониженной прочностью и повышенной вязкостью по сравнению с мартенситом. Сталь со структурой троостита отпуска характеризуется самой высокой упругостью среди других структур. Поэтому такой отпуск применяется для рессор и пружин различного назначения. Твердость троостита лежит в пределах 400-550 НВ.

Высокий отпуск ($T = 450-600 \text{ }^\circ\text{C}$) приводит к укрупнению цементитных частиц, появившихся при температуре среднего отпуска. Такая, менее дисперсная, смесь феррита и цементита называется **сорбитом отпуска**. Сорбит обладает оптимальным сочетанием высокой пластичности и ударной вязкости с хорошей прочностью. Твердость сорбита 250-350 НВ. Термическая обработка, состоящая из закалки и высокого отпуска, называется **улучшением**. Большинство деталей машин ответственного назначения подвергают улучшению.

Порядок выполнения работы:

1. Выбрать по диаграмме $Fe-Fe_3C$ температуру нагрева под полную и неполную закалку сталей **50** и **У12** и занести в *табл. 1* и *2*.
2. Провести полную и неполную закалки сталей **50** и **У12** и нормализацию. Для этого:
 - измерить сечение образцов и выбрать время выдержки для нагрева под нормализацию, полную и неполную закалку и занести в *табл. 1* и *2*;
 - поместить образцы в лабораторные печи, разогретые до заданных температур, выдержать их в течение необходимого времени и охладить в выбранных средах;
 - измерить твердость нормализованных и закаленных образцов (шкала HRB, HRC). На каждом образце сделать не менее 3 уколов и среднее значение занести в *табл. 1* и *2*;

– записать в *табл. 1* и *2* предполагаемые структуры, проанализировав полученные результаты.

Примечание: микроструктуру углеродистых сталей после различной ТО изучают на специально подготовленной коллекции микрошлифов, которая включает микрошлифы сталей **50** и **У12** после отжига, нормализации, полной и неполной закалки, а также после закалки и отпуска.

3. Подвергнуть закаленные образцы стали **У12** низкому, а стали **50** среднему и высокому отпуску, предварительно выбрав температуры. Замерить твердость (по шкале HRB, HRC) отпущенных образцов и данные занести в *табл. 1* и *2*.

4. Зарисовать микроструктуру предложенных микрошлифов. Под каждым рисунком указать травитель, увеличение, марка стали и режим термообработки. При зарисовке микроструктуры надо придерживаться определенной схемы с указанием стрелками структурных составляющих.

5. Описать микроструктуры. Справа от рисунка дать описание микроструктуры с обязательным указанием условий ее получения и свойств.

6. Построить график зависимости твердости от вида проведенной термической обработки.

7. Составить отчет.

Таблица 1

Термообработка стали 50

Вид ТО	Режим ТО			Твердость по:		Структура
	Температура, °С	Выдержка, мин.	Охлаждающая среда	Роквеллу	Бринеллю	
Отжиг						
Нормализация						
Закалка						
Высокий отпуск						
Средний отпуск						

Таблица 2

Термообработка стали у12

Вид ТО	Режим ТО			Твердость по:		Структура
	температура, °С	выдержка, мин.	охлаждающая среда	Роквеллу	Бринеллю	
Отжиг						
Нормализация						
Закалка						
Низкий отпуск						

Средний отпуск						
----------------	--	--	--	--	--	--

Содержание отчета

1. Название работы и цель.
2. Заполненные *таблицы 1 и 2.*
3. Графики зависимости твердости (*НВ*) сталей **50** и **У12** от вида термообработки.
4. Рисунки и описание микроструктур.
5. Выводы.

Практическая работа №4: Выбор и расшифровка марки конструкционных материалов. Распознавание и классификация конструкционных и сырьевых материалов по внешнему виду, происхождению, свойствам.

Цель—получение практических навыков при распознавании и классификации конструкционных и сырьевых материалов по внешнему виду, происхождению, свойствам

Оборудование: образцы конструкционных и сырьевых материалов, справочные материалы.

Краткие теоретические сведения

Конструкционные материалы — основные виды материалов, из которых изготавливаются машины, оборудование, приборы, сооружаются каркасы зданий, мосты и другие конструкции и которые несут основную силовую нагрузку при их эксплуатации. Конструкционные материалы классифицируются по широкому кругу признаков: по применимости в машиностроении, в строительстве; по природе образования металлические, неметаллические, композиционные; по реакции на внешние воздействия горючие, коррозионно-устойчивые, жаростойкие, хладостойкие; по свойствам, проявляемым при различных методах обработки, пластичные, тугоплавкие, свариваемые, склонные к образованию трещин, закаливаемые и т. д.; по способам получения сплавы, прессованные, катаные, тканые, формованные, пленки.

Важными показателями конструкционных материалов являются их прочностные качества — сопротивление сжатию, растяжению, работа на изгиб, выносливость при вибрационных нагрузках, а также ряд специальных свойств, учитываемых при проектировании машин, оборудования, строительных сооружений. Среди них легкость при определенных прочностных качествах, сопротивляемость износу, электро- и теплопроводность, способность пропускать газы и др.

Выполнение работы

1. Изучите краткие теоретические сведения.
2. Внимательно изучите внешние особенности предложенных образцов, проанализируйте их свойства. По результатам заполните таблицу.

Анализ внешних особенностей и свойств материалов

№	Наименование материала	Внешние признаки	Характерные свойства

4. Проведите испытания материалов по простукиванию с целью определения наличия несплошностей в детали.
3. Сделайте необходимые выводы по результатам анализа свойств.

Контрольные вопросы

1. Где применяют конструкционные материалы?
2. Как классифицируются конструкционные материалы?
3. Какие показатели качества характерны конструкционным материалам?

Практическая работа №5: Определение твердости металлов.

Цель работы: ознакомиться с приборами измерения твердости и методикой её определения на приборе Бринелля.

Оборудование: прибор Бринелля. Объект исследования: образцы сталей, чугунов, цветных металлов после разной термической обработки.

Под твердостью понимается свойство поверхностного слоя материала оказывать сопротивление упругой пластической деформации при местных контактных воздействиях со стороны другого более твердого тела определенной формы и размера.

Твердость, определенная вдавливанием в испытываемый материал индентора-наконечника, изготовленного из более твердого материала, показывает сопротивление пластической деформации. При вдавливании твердость определяется по следующему принципу:

- по величине поверхности отпечатка от вдавливания стального шарика при испытании на прессе типа Бринелля;

Во всех методах испытания на твердость очень важно правильно подготовить поверхностный слой образца. Он должен по возможности полно характеризовать тот материал, твердость которого надо определить. Все поверхностные дефекты должны быть удалены. Чем меньше глубина вдавливания индентора, тем больше необходимая чистота поверхности.

Нагрузка должна прилагаться по оси вдавливаемого индентора перпендикулярно испытываемой поверхности, поэтому его плоскость должна быть строго параллельна опорной поверхности. Неплоские образцы крепят на специальных опорных столиках, входящих в комплект твердомеров.

Определение твердости по Бринеллю

Методика определения твердости на приборе Бринелля состоит в том, что в испытываемый образец «А» (рис. 1) под определенной нагрузке P вдавливается стальной закаленный шарик диаметром 2,5, 5, 10 мм.

Образец устанавливается на столике шлифованной поверхностью кверху. Поворотом вручную маховика по часовой стрелке столик с образцом поднимают до упора. Далее нажатием кнопки включают электродвигатель. Он перемещает коромысло и постепенно нагружает шток, т.е. вдавливает шарик в образец под действием нагрузки, сообщаемой привешенным к коромыслу грузом. Нагрузка действует в течение определенного времени (10-60 с), после чего двигатель автоматически отключается, нагрузка снимается. Поворотом маховика против часовой стрелки опускают столик прибора, образец освобождается. В образце остается отпечаток со сферической поверхностью (лункой). Число твердости по Бринеллю характеризуется отношением нагрузки, действующей на шарик, к поверхности отпечатка и обозначается НВ:

Н – начальная буква слова Hardness – твердость;

В – начальная буква названия метода определения твердости Brinell;

Твердость, выражается через диаметр шарика D и диаметр отпечатка, характеризуется формулой:

$$HB = \frac{P}{F} = \frac{2P}{\frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{\pi \times D \times \delta}}, \text{ МПа} \left(\frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2} \right);$$

где,

P – нагрузка на шарик, кгс;

F – поверхность отпечатка, мм;

D – диаметр вдавливаемого шарика, мм;

d – диаметр отпечатка, мм.

Диаметр отпечатка измеряют лупой, на окуляре которой нанесена шкала делениями соответствующими десятым долям миллиметра (рис.2).

Чем меньше диаметр отпечатка, тем выше твердость испытываемого металла. Чтобы не прибегать к длинным и сложным вычислениям твердости по формулам, пользуются специальной таблицей перевода диаметр отпечатка в число твердости НВ (Таблица 1).

Таблица 1

Материал образца	Твердость НВ	Величина нагрузки	Д, мм	Нагрузка Р, кгс	Выдержка под нагрузкой, сек
Стали, чугуны	140-250	P=30	10	3000	10
			5	750	10
			2,5	187,5	10
Цветные сплавы, медь, латунь, бронза	35-150	P=10	10	1000	30
			5	250	30
			2,5	62,5	30
Цветные сплавы, алюминий, подшипниковые сплавы	8-35	P=30	10	250	60
			5	62,5	60
			2,5	15,6	60

Рис. 1.

Согласно ГОСТу 0012-59 твердость, НВ 400, НВ 255 и т.д. показывает число твердости при испытании шариком диаметром 10 мм под нагрузкой 300 кгс с выдержкой 10 сек. В случае отклонения от указанных параметров испытания перед цифровым выражением твердости

необходимо указывать их значения, НВД (Р), например: 200. Число твердости по Бринеллю – 200 при испытании шариком диаметром 5мм под нагрузкой: 250 кгс.

Практическая работа №6: Подбор способов и режимов обработки металлов (литьем, давлением, сваркой, резанием и др.)

Цель работы: Ознакомиться со способами и режимами обработки металлов.

Краткая теоретическая часть

Металлообработка—технологический

процесс изменения формы, размеров и качества металлов и сплавов. Во время технологических процессов обработки металлов различными методами меняются форма и размер металла, а также могут меняться физико-механические свойства металлов.

Для обработки металлов с целью их изменения и достижения поставленных целей применяются различные методы обработки металлов. Основными методами обработки металлов являются: литье, обработка металлов давлением, механическая обработка, сварка металлов.

При металлообработке изменяется форма и размеры металла, деталям придается желаемая форма при помощи одного или нескольких методов обработки металла. Надежность любого производства, любой металлической конструкции зависит от качества выполнения металлообработки.

Обработка металла литьем

Литьем (или литейным производством) называют метод производства, при котором изготавливают фасонные заготовки деталей путем заливки расплавленного металла в заранее

приготовленную литейную форму, полость которой имеет конфигурацию заготовки детали. После затвердевания и охлаждения металла в форме получают отливку-заготовку детали.

Основной задачей литейного производства является изготовление литейных сплавов отливок, имеющих разнообразную конфигурацию с максимальным приближением их формы и размеров к форме и размерам детали (при литье невозможно получить отливку, форма и размеры которой соответствует форме и размерам детали).

Инструментом литейного производства является литейная форма - приспособление образующее рабочую полость, при заливке которой расплавленным металлом и после охлаждения получают отливку.

По степени использования формы делят на :

Разовые формы служат для изготовления только одной отливки и изготавливают их из кварцевого песка, зерна которого соединены каким-либо связующим веществом.

Полупостоянные формы - это формы в которых получают несколько отливок (до 10-20), такие формы изготавливают из керамики.

Постоянные формы - формы, в которых получают от нескольких десятков до нескольких сотен тысяч отливок. Такие формы изготавливают обычно из чугуна или стали.

Обработка металлов литьём состоит в том, что из расплавленного металла заливают специальные формы, в которых металл остывает и принимает соответствующую форму. Полученная таким образом литая деталь называется отливкой.

Технологический процесс литейного производства состоит из нескольких стадий и этапов:

- подготовки формовочных и стержневых смесей;
- изготовления форм и стержней;
- плавки металла;
- сборки и заливки формы;
- удаления отливок из формы;
- при необходимости термическая обработка отливок.

Отливки изготавливают из различных видов чёрных и цветных металлов: чугуна, стали, медных, алюминиевых, магниевых и цинковых сплавов, обладающих необходимыми для дальнейшего использования отливок технологическими и техническими свойствами. Наиболее распространённым для производства отливок является чугун - самый дешёвый материал, обладающий высокими литейными свойствами и относительно низкой температурой плавления.

Литье применяют для изготовления самых различных деталей: станков, металлообрабатывающих станков; блоков цилиндров двигателей автомобилей, тракторов; поршней; поршневых колец; радиаторов отопления и других деталей.

Для изготовления литейной формы, полость которой представляет собой отпечаток будущей отливки, используют формовочные смеси. В качестве материалов для формовочных смесей применяют формовочную (горелую) землю, а также кварцевый песок, формовочную глину и добавки: каменноугольную пыль, сульфитный щёлок (отходы бумажного производства) и другие. Выбор состава формовочной смеси зависит от веса и толщины стенок отливок и химического состава заливаемого металла.

В индивидуальном и мелкосерийном производстве литейные формы выполняют ручным способом, используя деревянные модели или металлические модели. В массовом производстве литейные формы изготавливают на специальных машинах по модельным плитам, представляющим собой металлическую плиту с прочно закрепленными на ней частями модели и в двух опоках.

Для получения в отливках необходимых полостей и отверстий применяются специальные стержни, которые изготавливаются из стержневой смеси в специальных ящиках. Стержневая смесь обычно состоит из малоглинистого песка и связующих веществ, льняного масла и его заменителей, сульфитного щелока, декстрина (продукта производства крахмала), канифоли и других.

Металл, из которого делают отливки предварительно плавят. Чугун плавят в вагранках (шахтных печах), сталь - в конвертерах или дуговых и индукционных электрических печа. Металлы для цветного литья плавят в плавильных тигельных горнах.

После заливки и охлаждения отливку вынимают из формы, очищая ее от заусениц, остатков литников и пригоревшей земли.

К основным свойствам литейных сплавов относят следующие:

1. Жидкотекучесть - это способность сплава в жидком состоянии заполнять литейную форму и воспроизводить ее очертания в отливке. Жидкотекучесть определяют по стандартной пробе в виде канала определенной длины и диаметра с литниковой чашей (рис 1).

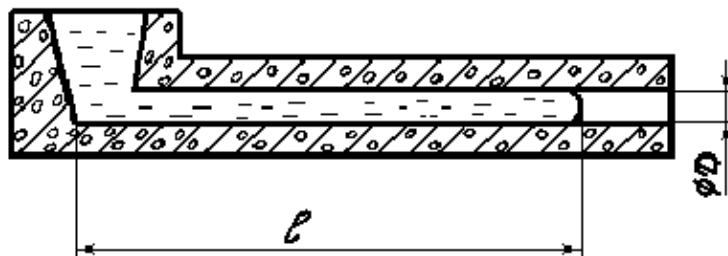
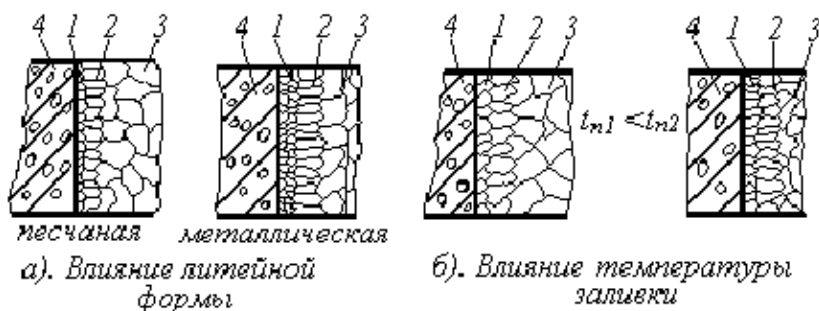


Рис. 1. Простейшая проба на жидкотекучесть.

2. Кристаллизация - это процесс перехода от жидкого состояния расплава к твердому состоянию с образованием структуры. Кристаллизация сплава происходит в направлении перпендикулярном поверхности теплоотвода. Скорость кристаллизации меняется от максимальной у поверхности до минимальной в центре стенки отливки (рис.2).



а). Влияние литейной формы

б). Влияние температуры заливки

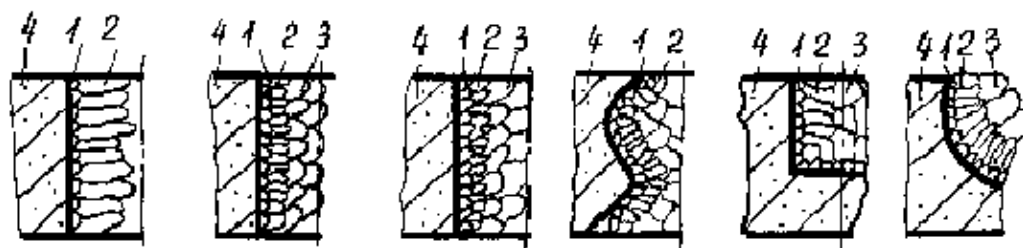


Рис. 2. Изменение кристаллической структуры по сечению отливки.

1 - литейная "корка". 2 - столбчатые кристаллы.

3 - крупнозернистые кристаллы. 4 - литейная форма.

3. Усадка - свойство металлов и сплавов уменьшать свои размеры и объем при затвердевании и охлаждении. При затвердевании отливки выделяются также ранее растворенные расплавом газы. Усадка может способствовать образованию усадочных раковин, а выделяющиеся при охлаждении отливки газы способствуют образованию газовых раковин.

Различают **линейную** и **объемную** усадку.

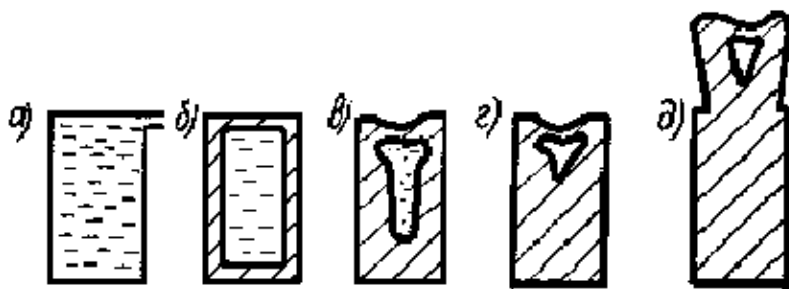


Рис. 3. Схема образования усадочной раковины (а - г) и схема вывода усадочной раковины в прибыль (д).

4. Поглощение газов в значительной мере зависит от вида и свойств газа, природы растворителя, температуры и давления. Если воде с повышением температуры растворимость газов уменьшается, то в жидких металлах и сплавах растворимость газов может увеличиваться с увеличением температуры.

5. Склонность к образованию неметаллических включений.

В затвердевшем сплаве окислы, нитриды, более тугоплавкие соединения и др., являются телами, нарушающими сплошность и единообразие его структуры. Неметаллические включения неблагоприятно оказываются на физико-химических свойствах,

6. Ликвация.

При охлаждении сплава в форме вследствие неодинаковой удельной массы, неодинаковой температуры кристаллизации составляющих сплава в отдельных участках возникает химическая неоднородность - ликвация. Ликвация зависит от скорости охлаждения большая скорость охлаждения способствует получению более однородного по химическому составу отливки, к получению отливки с лучшими механическими свойствами.

Виды литья

Литье в земляные формы - сложный и трудоемкий процесс. Кроме того, ему предшествуют такие подготовительные операции, как изготовление модельных комплектов (моделей отливок и стержней), приготовление формовочных и стержневых смесей, подготовка литейных опок и других приспособлений.

Модели выполняют из древесины (сосны, дуба, ольхи, березы, липы и др.) или из металлов (обычно из сплавов алюминия с медью).

При определении размеров модели учитывают припуск на усадку отливки при ее затвердевании и припуск на последующую механическую обработку отливки для получения готовой детали. Усадка отливок из различных металлов и сплавов составляет от 1 до 2,5%. Припуск на механическую обработку зависит от размеров отливки и видов последующей обработки. Для чугунных отливок он обычно составляет от 2 до 20 мм, для стальных — от 4 до 28 мм.

Модели из древесины выдерживают несколько десятков отливок. Их покрывают специальным модельным лаком, чтобы предохранить от влаги и от прилипания формовочной смеси (сделать поверхность модели более гладкой).

Деревянные модели применяют в индивидуальном и мелкосерийном производстве, а в крупносерийном и массовом используют металлические модели.

Модели бывают разъемные и неразъемные. Разъемные состоят из двух, трех и более частей и применяются там, где по условиям формовки нельзя применять цельные.

Стержни, образующие полости, сквозные отверстия или углубления в отливках, изготавливают в деревянных или металлических стержневых ящиках из специальных стержневых смесей (песок со связующими материалами).

Опоки представляют собой ящики из чугуна, стали или алюминиевых сплавов. Они служат для удержания формовочной смеси и могут быть прямоугольными, круглыми или фасонными в зависимости от очертания отливки.

Формовочные смеси для изготовления земляных форм состоят из песка, глины и других веществ. Процентное отношение и качество используемых компонентов зависят от вида литья (отливки из чугуна, стали или сплавов цветных металлов).

По назначению формовочные смеси подразделяют на облицовочные и наполнительные. Облицовочные формовочные смеси соприкасаются с жидким металлом и работают в наиболее тяжелых условиях. Их готовят из кварцевого песка и глины без добавок горелой земли. Для заполнения объема опоки используют отработанную формовочную смесь (наполнитель).

Получение отливок в земляных формах вручную — процесс малопродуктивный и трудоемкий. Поэтому в современном производстве для выполнения формовочных работ все шире применяются формовочные машины. Они повышают производительность труда рабочих-литейщиков в 10—20 раз и облегчают условия их труда.

Литье в металлические формы (кокильное литье) по сравнению с получением отливок в земляных формах — операция более простая и производительная. Металлическая, обычно стальная форма (кокиль) выдерживает тысячи отливок из различных цветных металлов и сплавов. Она имеет внутреннюю полость, повторяющую очертания отливки. Перед заливкой жидкого металла форму предварительно подогревают (до температуры около 80°C), а стенки внутренней полости смазывают смесью мела, графита и жидкого стекла с водой для получения более чистой поверхности отливки. Затем заливают в форму жидкий металл. После затвердевания металла форму вскрывают и извлекают из нее отливку.

Литье под давлением осуществляется также в металлических формах. Давление на жидкий металл при заполнении формы обеспечивает хорошую заполняемость ее, передает отливке тончайшие очертания формы, уменьшает пористость металла отливки. Полученные заготовки имеют чистую поверхность и точные (погрешность до 0,1 мм); размеры, вследствие чего последующая механическая обработка их или очень незначительна, или совсем не нужна. Металл этих деталей имеет мелкозернистую структуру (результат быстрого охлаждения в металлической форме) и высокую плотность, что повышает прочность деталей.

Литье под давлением позволяет получить детали сложной конфигурации с отверстием резьбой, выступами и т. д. из алюминиевых, медных, цинковых и других сплавов.

Центробежное литье — заливка металла во вращающуюся форму. Под действием возникающих при вращении центробежных сил металл прижимается к стенкам форм и, застывая, приобретает конфигурацию, точно соответствующую внутренним ее очертаниям. При этом структура металла получается уплотненной, так как всевозможные неметаллические включения и газы, образующиеся в процессе заливки жидкого металла, вытесняются к центру, вращения некоторая пористость небольшого слоя металла на внутренних поверхностях отливки устраняется с помощью механической обработки. Центробежное литье применяется главным образом для получения отливок, имеющих форму тел вращения, например втулок, труб и т. д.

Литье по выплавляемым моделям осуществляется следующим образом. Вначале изготавливается металлическая модель (эталон) детали из стали или медных сплавов, по которой делают пресс-форму из легкоплавкого сплава. Затем в полученной пресс-форме отливают из воска модели будущей отливки. Восковые модели и литниковую систему (также из воска) окрашивают погружением в специальную эмульсию.

Для лучшего контакта с формовочным материалом окрашенную поверхность моделей припыливают прокаленным при температуре 400—500°C тонким порошком корунда или кварца и сушат в течение 4—5 ч при температуре 20°C. После этого модели с литниковой системой заформовывают в опоке, применяя специальную формовочную смесь. Изготовленную форму сушат при температуре 20°C в течение 3-4 ч. Затем выплавляют восковые модели в печах при температуре 150°C с выдержкой в течение 1,5-2 ч и с последующим прокаливанием при температуре 800-850°C. И только после такой длительной подготовки формы в нее заливают жидкий металл для получения отливки.

Литье по выплавляемым моделям позволяет получать мелкие детали сложной конфигурации с высокой точностью размеров.

Литьё в оболочковые формы — способ получения фасонных отливок из металлических сплавов в формах, состоящих из смеси песчаных зёрен (обычно кварцевых) и синтетического порошка (обычно фенолоформальдегидной смолы и порошок-бакелита). Предпочтительно применение лакированных песчаных зёрен (покрытых слоем синтетической смолы).

Оболочковую форму получают одним из двух методов. Смесь насыпают на металлическую модель, нагретую до 300 °С, выдерживают в течение нескольких десятков секунд до образования тонкого упрочнённого слоя, избыток смеси удаляют. При использовании лакированной смеси её вдувают в зазор между нагретой моделью и наружной контурной плитой. В обоих случаях необходимо доупрочнение оболочки в печи (при температуре до 600-700 °С) на модели. Полученные оболочковые полуформы скрепляют, и в них заливают жидкий сплав. Во избежание деформации форм под действием заливаемого сплава перед заливкой их помещают в металлический кожух, а пространство между его стенками и формой заполняют металлической дробью, наличие которой воздействует также на температурный режим охлаждающейся отливки.

Этим способом изготавливают различные отливки массой до 25 кг. Преимуществами способа являются значительное повышение производительности по сравнению с изготовлением отливок литьём в песчаные формы, управление тепловым режимом охлаждения отливки и возможность механизировать процесс.

Литьё в песчаные формы - дешёвый, самый грубый, но самый массовый (до 75-80 % по массе получаемых в мире отливок) вид литья. Вначале изготавливается литейная модель (ранее — деревянная, в настоящее время часто используются пластиковые модели, полученные методами быстрого прототипирования), копирующая будущую деталь. Модель засыпается песком или формовочной смесью (обычно песок и связующее), заполняющей пространство между ею и двумя открытыми ящиками (опоками). Отверстия в детали образуются с помощью размещённых в форме литейных песчаных стержней, копирующих форму будущего отверстия. Насыпанная в опоки смесь уплотняется встряхиванием, прессованием или же затвердевает в термическом шкафу (сушильной печи). Образовавшиеся полости заливаются расплавом металла через специальные отверстия — литники. После остывания форму разбирают и извлекают отливку. После чего отделяют литниковую систему (обычно это обрубка), удаляют облой и проводят термообработку.

Новым направлением технологии литья в песчаные формы является применение вакуумируемых форм из сухого песка без связующего. Для получения отливки данным методом могут применяться различные формовочные материалы, например песчано-глинистая смесь или песок в смеси со смолой и т. д. Для формирования формы используют опоку (металлический короб без дна и крышки). Опока имеет две полуформы, то есть состоит из двух коробов. Плоскость соприкосновения двух полуформ — поверхность разъёма. В полуформу засыпают формовочную смесь и утрамбовывают её. На поверхности разъёма делают отпечаток промодели (промодель соответствует форме отливки). Также выполняют вторую полуформу. Соединяют две полуформы по поверхности разъёма и производят заливку металла.

Обработка металлов давлением.

Сущность способа обработки металлов давлением.

Обработка металлов давлением основана на их способности в определенных условиях пластически деформироваться в результате воздействия на деформируемое тело внешних сил.

Если при упругих деформациях деформируемое тело полностью восстанавливает свою форму и размеры после снятия внешней нагрузки, то при пластических деформациях изменение формы и размеров, вызванное действием внешних сил, сохраняется и после их прекращения.

При упругой деформации атомы смещаются относительно друг друга на величину, которая меньше межатомных расстояний, и после исключения внешних сил атомы возвращаются в исходное положение.

При пластических деформациях атомы смещаются относительно друг друга на величины, большие, чем межатомные расстояния, и после снятия нагрузки не возвращаются в свое исходное положение, а занимают новые положения равновесия.

Величина пластической деформации не безгранична, при определенных условиях может начаться разрушение металла. На величину предельной пластической деформации (деформации без разрушения) оказывают влияние механические свойства металла (сплава), температура и скорость деформирования, схемы напряженного состояния, которые в различных процессах обработки давлением различны, вследствие чего для каждой операции, металла и температурно-скоростных условий существуют свои определенные предельные деформации.

Процессы обработки металлов давлением по назначению делят на два вида:
 -получение заготовок постоянного поперечного сечения по длине (прутков, проволоки, лент, листов), применяемых в строительных конструкциях или в качестве заготовок для последующей их обработки резанием или с использованием предварительного пластического формоизменения – это процессы прокатки, прессования, волочения;
 -получение деталей или заготовок, имеющих приблизительно формы и размеры готовых деталей и требующих обработки резанием лишь для придания им окончательных размеров и получения поверхности заданного качества – это процессы штамповки иковки.

Применяют шесть основных видов обработки давлением – прокатку, прессование, волочение, ковку, объемную штамповку и листовую штамповку (рис.1.)

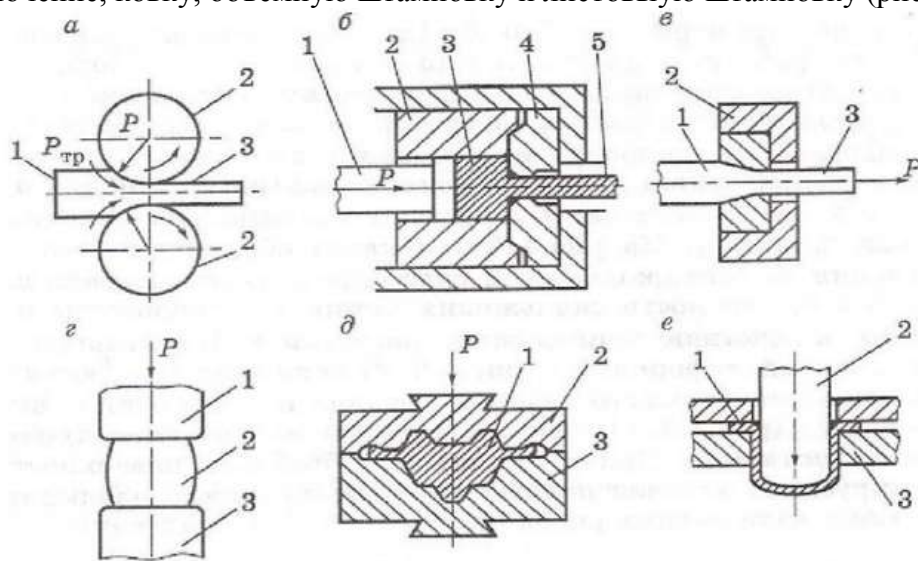


Рис. 1.1. Виды обработки металлов давлением: а – прокатка (1 – заготовка, 2 – валки, 3 – изделие); б – прессование (1 – пуансон, 3 – заготовка, 5 – изделие, 2, 4 – элементы пресс-формы); в – волочение (1 – заготовка, 2 – волока, 3 – изделие); г – ковка (1, 2 – верхний и нижний бойки, 3 – заготовка); д – объемная штамповка (1 – заготовка, 2, 3 – верхняя и нижняя половины штампа); е – листовая штамповка (1 – заготовка, 2 – пуансон, 3 – матрица)

Обработка металлов сваркой

Сваркой называют процесс неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их нагревании или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого.

Различают два вида сварки; сварку плавлением и сварку давлением. Сущность сварки плавлением состоит в том, что металл по кромкам свариваемых частей плавится под действием теплоты источника нагрева. Источником нагрева может быть электрическая дуга, газовое пламя, расплавленный шлак, плазма, энергия лазерного луча. При всех видах сварки плавлением образующийся жидкий металл одной кромки соединяется и перемешивается с жидким металлом другой кромки, создается общий объем жидкого металла сварочной ванны получается сварной шов.

Сущность сварки давлением состоит в пластическом деформировании металла по кромкам свариваемых частей путем их сжатия под нагрузкой при температуре ниже температуры плавления. Сварной шов получается в результате пластической деформации. Сваркой давлением хорошо свариваются только пластические металлы; медь, алюминий, свинец. Среди большого разнообразия различных видов сварки плавлением ведущее место занимает дуговая сварка, источником теплоты при которой служит электрическая дуга.

Современный технический прогресс в промышленности неразрывно связан с совершенствованием сварочного производства. Сварка как высокопроизводительный процесс изготовления неразъемных соединений находит широкое применение при изготовлении неразъемных соединений находит широкое применения при изготовлении металлургического, химического и энергетического оборудования, различных трубопроводов, в машиностроении, в производстве строительных и других конструкций. Сварка - такое же необходимый технологический процесс, как и обработка металлов резаным, литье,ковка, штамповка. Большие технологические возможности сварки обеспечивали ее широкое применение при изготовлении и ремонте судов, автомобилей, самолетов, турбин, котлов, реакторов, мостов и других конструкций.

Перспективы сварки как в научном, так и в технологическом плане безграничны. Ее применение способствует совершенствованию машиностроения и развитию ракетостроения, атомной энергетики, радиоэлектроники. Наряду с конструкционным углеродистыми и низколегированными сталями все чаще приходится сваривать специальные стали, легкие сплавы и сплавы на основе титана, хром, циркония и других металлов, также разнородные материалы. В условиях непрерывного усложнения конструкций и роста объема сварочных работ большую роль играет правильная подготовка теоретическая и практическая квалифицированных рабочих сварщиков.

1. Характеристика выполняемой работы

1.1 Описание изделия

сварка металл электрод дуга

Стол состоит из 12 частей, все они представляют собой профиль в форме уголка 40. В качестве столешницы можно будет использовать различный материал. Данная конструкция предназначена для использования в цеховском помещении. Габаритные размеры 800x1000x600. После сварки возможны покрасочные работы специальными красками.

1.2 Характеристика свариваемого металла

Сварная конструкция изготавливается из стали. Углеродистая сталь классифицируется по назначению и качеству. По назначению она делится на конструкционную и инструментальную.

Конструкционной углеродистой называется сталь, содержащая до 0,6% углерода (как исключение допускается до 0,85%). По качеству конструкционная углеродистая сталь разделяется на две группы: обыкновенного качества и качественную.

Сталь обыкновенного качества применяется для неответственных строительных конструкций, крепёжных деталей, листового проката, заклёпок, труб и т. д.

Качественная конструкционная сталь применяется для деталей, работающих при повышенном давлении и требующие сопротивление удара: зубчатых колёс, винтов, деталей подлежащие цементации и т.д. В качественной стали меньше серы и фосфора, чем в обыкновенной. На конструкционную сталь обыкновенного качества установлен ГОСТ 380-71.

Эта сталь выплавляется в кислородных конверторах и мартенах, и подразделяется на три группы:

Группа А, поставляемая по механическим свойствам,

Группа Б, поставляемая по химическому составу,

Группа В, поставляемая по механическим свойствам и химическому составу.

Для деталей группы А установлены следующие марки: Ст0, Ст1..., Ст3..., Ст6, Ст7. механические свойства стали группы А определяются пределом прочности и пластичностью. Марки и механические свойства сталей указаны в таблице 1.

Таблица 1.

Марка	Предел прочности ув, в МПа	Твердость, НВ	Относительное удлинение, %
Ст3	380 - 470	220	25 - 27

В качестве присадочного материала при ручной дуговой сварке применяются покрытые электроды. Существует несколько покрытий. Для изготовления опорного узла применяются электроды с рутиловым покрытием.

2.1 Выбор электродов

Низкоуглеродистые стали, содержащие до 0,25 % углерода, хорошо свариваются, сварные соединения при этом хорошо обрабатываются режущим инструментом. Сварку следует вести на максимально доступных режимах. Подготовка кромок под сварку производят согласно ГОСТ 5264-80.

Тавровые швы выполняются наклоненным электродом. При этом способе сварки необходимо следить, что бы электрод (дуга) перемещался точно относительно стыка свариваемых кромок. При смещении дуги могут появиться подрезы на вертикальной стенке и наплывы на горизонтальном листе.

Низкоуглеродистые стали, содержащие до 0,2 углерода, сваривают при использовании типовых сварочных материалов. В зависимости от степени ответственности свариваемого изделия пользуются электродами типов УОНИИ 13\45.

Выбор типа и марки электрода зависит от марки свариваемой стали, толщины листа, жесткости изделия, температуры окружающего воздуха при сварке, условий эксплуатации свариваемого изделия.

Зажигание между покрытым электродом и свариваемым изделием выполняется в два этапа: коротким замыканием конца электрода с изделием и отрывом электрода от поверхности изделия на расстояние, равное примерно диаметру покрытого электрода.

Существует два способа зажигания дуги покрытым электродом - впритык и скольжением (чирканьем). По первому способу зажигания дуги металл нагревается в точке короткого замыкания, по второму - в нескольких точках, в результате скольжения торца электрода по поверхности свариваемого изделия.

Выбор режима сварки сводится к определению диаметра электрода и сварочного тока. Скорость сварки и напряжение на дуге устанавливает сам сварщик в зависимости от вида сварного соединения, марки стали и электрода, положения шва в пространстве и т. д.

Под режимом сварки понимают показатели режима сварки: диаметр электрода или сварочной проволоки, сварочный ток, напряжение на дуге и скорость сварки. Дополнительные показатели режима сварки: род и полярность тока, тип и марка покрытого электрода, угол наклона электрода, температура предварительного нагрева металла.

Таблица 3.

Параметры режима ручной дуговой сварки опорного узла.

Диаметр электрода, D=	4
Сварочный ток, I=	20 А
Скорость сварки, V=	0 м/ч
Напряжение	?

дуги, U=	2 В	
----------	-----	--

Электроды МР-3

Эти электроды предназначены для сварки ответственных конструкций из углеродистых сталей с временным сопротивлением до 490 МПа во всех пространственных положениях шва переменным или постоянным током обратной полярности (напряжение холостого хода 65 В).

- Покрытие - рутиловое
- Коэффициент наплавки - 8,5 г/А*Ч.
- Производительность наплавки (для диаметра 4,0 мм) - 1,7 кг/ч
- Расход электродов на 1 кг наплавленного металла - 1,7кг.

Типичный химический состав наплавленного металла %.

C... 0,10; Mn... 0,58; Si... 0,17; S... 0,030; P... 0,035.

Допускают сварку влажного, ржавого, плохо очищенного от окислов и других загрязнений металла. Имеют повышенную производительность процесса сварки.

Сварку конструкций средних и больших толщин в нижнем положении производят на повышенных режимах с наклоном электрода в сторону направления варки (углом назад). Рекомендуется средняя и короткая длина дуги. Прокалка перед сваркой: 170 - 200 С; 1ч.

Таблица 2.

Диаметр, мм	Длина, мм	Ток, А
3,0	35	8
	0	0 - 140
4,0	45	1
	0	40 - 200
5,0	45	1
	0	60 - 260

2.2 Выбор режима сварки

Выбор сварочного оборудования при ручной дуговой сварке сводится к выбору источника питания сварочной дуги.

Источником питания сварочной дуги называют устройство, которое обеспечивает необходимый род и силу тока. Источник питания и сварочная дуга образуют взаимосвязанную энергетическую систему, в которой источник питания выполняет следующие основные функции:

- обеспечивает условия начального возбуждения дуги;
- ее устойчивое горение в процессе сварки;
- Возможность производить настройку (регулирование) параметров режима.

При изготовлении опорного узла в качестве источника питания сварочной дуги используется выпрямитель ВД-306.

Выпрямители предназначены для ручной дуговой сварки, резки и наплавки, а также для автоматической сварки под флюсом. Выпускаются выпрямители ВД-306 на номинальный ток 315А. Выпрямитель ВД-306 имеет плавноступенчатое регулирование сварочного тока. Две ступени регулирования осуществляются одновременным переключением двух фаз первичных и вторичных обмоток силового трансформатора со звезды на треугольник с помощью переключателя. Пределы изменения тока увеличиваются в 3 раза при переключении со звезды на треугольник. Плавное регулирование в пределах каждой ступени производится изменением расстояния между обмотками. При сближении обмоток индуктивность рассеяния и их индуктивное сопротивление уменьшается, сварочный ток возрастает. При увеличении расстояния между обмотками всё наоборот. Первичные обмотки подвижные, а вторичные не подвижные и закреплены у верхнего ярма магнитопровода трансформатора.

Сборкой называется процесс последовательного соединения деталей между собой в порядке, предусмотренном технологическим процессом и чертежом, для последующей сварки.

Сборка опорного узла ведется на ровной поверхности, части сваривают угловыми и тавровыми соединениями, в нижнем и вертикальном положении.

В первую очередь, изготавливается опора (на место сварки она поставляется готовой). К опоре тавровым соединением приваривается уголок (который на место сварки поставляется готовым), в расстояние между уголком и опорой в начале и в конце тавровым соединением приваривается косынка (2 шт.), потом к уголку и опоре угловым соединением приваривается косынка (3 шт.).

Перед сборкой сборщик визуально проверяет соответствие деталей требованиям чертежа и технологического процесса. Сопрягаемые поверхности, прилегающие к ним зоны собираемых деталей шириной не менее 20мм, должны быть тщательно очищены от ржавчины, масла, грязи, окалины и влаги во избежание появления пор и других дефектов в металле шва.

При сборке детали между собой соединяют посредством прихваток, которые размещают в местах расположения будущих сварных швов. Площадь сечения прихваток не должна превышать 2/3 площади сечения будущего шва и составлять более 25 - 30 мм. Длина каждой прихватки должна быть равна 4 - 5 толщинам соединяемых деталей, но не менее 30 мм и не более 100 мм.

Обработка металла резанием

Обработка металлов резанием это один из методов механической обработки поверхностей заготовок являющихся завершающим методом получения деталей машин и механизмов.

Наряду с обработкой резанием применяют такие методы обработки: - пластическим деформированием; - с использованием химической, электрической, световой, лучевой и других видов энергии.

Обработка металлов резанием. Обработка металлов резанием – процесс удаления режущим инструментом с поверхности заготовки слоя металла в виде стружки для получения необходимой геометрической формы, точности размеров, взаимного расположения и шероховатости поверхностей детали.

Чтобы удалить (снять) с заготовки слой металла, необходимо режущему инструменту и заготовке сообщать относительные движения. Инструмент и заготовку устанавливают на рабочих органах станков, обеспечивающих движение.

Движения, которые обеспечивают срезание с заготовки слоя материала или вызывают изменение состояния обработанной поверхности заготовки, называют движениями резания: Главное движение – определяет скорость деформирования материала и отделения стружки (V);

Движение подачи – обеспечивает врезание режущей кромки инструмента в материал заготовки (S);

Движения могут быть непрерывными или прерывистыми, а по характеру – вращательными, поступательными, возвратно-поступательными.

Движения подачи: продольное, поперечное, вертикальное, круговое, осевое, тангенциальное.

В процессе резания на заготовке различают поверхности (рисунок 1 а): - обрабатываемую поверхность (1); - поверхность резания (2); - обработанную поверхность (3).

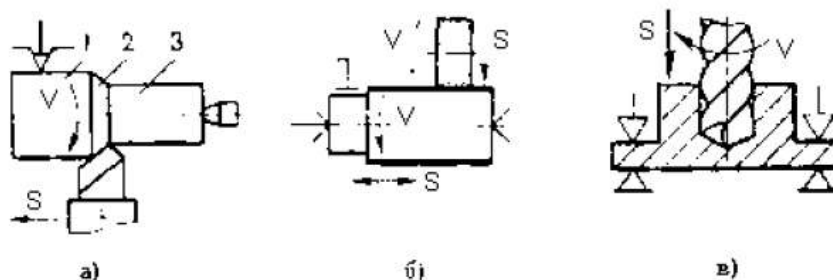


Рисунок 1 - Схемы обработки заготовок

а – точение; б – круглое шлифование; в – сверлением

Установочные движения – движения, обеспечивающие взаимное положение инструмента и заготовки для срезания с нее определенного слоя металла.

Вспомогательные движения – транспортирование заготовки, закрепление заготовки и инструмента, быстрые перемещения рабочих органов.

Параметры режима резания. При назначении режимов резания определяют: скорость главного движения резания; скорость подачи; глубину резания.

Режимы резания могут назначаться по справочным таблицам или рассчитываться.

Скорость главного движения (V) – расстояние, пройденное точкой режущей кромки инструмента в единицу времени (м/с).

Для вращательного движения:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000},$$

где D – максимальный диаметр заготовки (мм);

n – частота вращения (об/мин).

Для возвратно-поступательного движения:

$$V = \frac{L \cdot m \cdot (k + 1)}{1000 \cdot 60},$$

где L – расчетная длина хода инструмента;

m – число двойных ходов инструмента в минуту;

k – коэффициент, показывающий соотношение скоростей рабочего и вспомогательного хода.

Подача (S) – путь точки режущей кромки инструмента относительно заготовки в направлении движения подачи за один ход заготовки или инструмента.

В зависимости от технологического метода обработки подачу измеряют:

- мм/об или мм/мин – точение и сверление;

- мм/дв. ход – строгание, долбление и шлифование.

Глубина резания (t) – расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями заготовки, измеренное перпендикулярно к обработанной поверхности (мм).

$$t = \frac{D_{\text{заг.}} - d}{2},$$

где $D_{\text{заг.}}$ – диаметр заготовки до обработки (мм);

d – диаметр полученной поверхности (мм).

При сверлении, глубина резания равна половине диаметра инструмента

$$t = \frac{D_{\text{св.}}}{2},$$

где $D_{\text{св.}}$ – диаметр сверла (мм).

Корректировка режимов резания. Для назначения полученных режимов резания осуществляют корректировку полученных величин подач s , по паспортным данным станка и корректировку частоты вращения детали или инструмента n

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

где V – расчетная или табличная скорость резания (м/мин);
 D – диаметр обрабатываемой заготовки (мм).

После корректировки величин частот вращения шпинделя (n) и величины подачи (s) осуществляют снова расчет скорости резания по формуле (1).

Определения основного времени обработки.

Основным временем $t_{осн}$ обработки является время, непосредственно затрачиваемое на процесс снятия металла с поверхности заготовки. В том случае, если снять весь слой металла за один проход инструмента невозможно, осуществляют обработку поверхности занесколько проходов (i), при этом, общую глубину резания (t) делят на число проходов.

$$t_{осн} = \frac{L}{n \cdot s} \cdot i,$$

где L – длина пути инструмента вдоль (или вглубь) обрабатываемой поверхности, с учетом величин врезания и перебега (мм).

i – число проходов.

Таблица 1 – Ряд частот и подач станка.

Ряд частот вращения шпинделя станка, об/мин									
12,5	16	25	31,5	40	50	63	80	100	125
160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250
1600									
Ряд подач станка, мм/об									
0,082	0,088	0,1	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,18
0,2	0,23	0,24	0,28	0,3	0,33	0,35	0,4	0,45	0,48
0,50	0,55	0,6	0,65	0,71	0,8	0,91	0,96	1,0	1,11
1,21	1,28	1,46	1,59						

Таблица 2 –Варианты заданий

		Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Диаметр заготовки	Dзаг	50	-	50	42	-	60	-	45	55	-
Диаметр поверхности	d	40	25	45	40	12,5	50	8	40	50	12
Длина поверхности	L	50	25	40	40	20	25	12	80	100	20
Число проходов	i	4	1	2	1	1	5	1	1	2	1
Скорость резания	V	100	24	72	125	18	150	22	105	123	24
Подача	S	0,4	0,25	0,2	0,12	0,2	0,5	0,14	0,44	0,65	0,15
Инструмент		Резец	Сверло	Резец	Резец	Сверло	Резец	Сверло	Резец	Резец	Сверло

План выполнения работы

1. Записать основные сведения об обработке металлов.
2. Записать формулы.
3. Выполнить в соответствии с заданием расчет режимов.

Практическая работа №7:**Подбор материалов по их назначению горюче-смазочных материалов.**

Цель работы: рассмотреть горюче-смазочные материалы и различать простейшим способом по внешним признакам.

Приборы и оборудования:

1. Стенды: "Эксплуатационные материалы (бензин)", "Эксплуатационные материалы (моторные масла)", "Эксплуатационные материалы (охлажд. жидкость)", "Эксплуатационные материалы (тормозная жидкость).

Горюче смазочные материалы (ГСМ) относятся к категории промышленных товаров, требования к качеству и процессу изготовления которых жестко регламентированы. Продажа ГСМ осуществляется, в основном, специализированными торговыми предприятиями.

Горюче смазочные материалы — это группа веществ, к которой относят автомобильный бензин, дизельное топливо, сжиженный газ, применяющийся в качестве топлива, а также различные масла для карбюраторных и дизельных двигателей внутреннего сгорания. Большинство из представленных ГСМ являются продуктами нефтепереработки.

Бензин обладает способностью к воспламенению. Удельная теплота сгорания бензина составляет примерно 44 Мдж/кг. Различные марки бензина (АИ-76, АИ-92, АИ-95 и др.) получают путем смешивания компонентов, выделяющихся на разных этапах нефтепереработки либо с помощью добавок повышающих октановое число

Дизельное топливо состоит из керосиново-газойлевых фракций нефти. Различают маловязкое и высоковязкое дизтопливо. Первое применяется для высокооборотистых двигателей быстроходных машин, например, для грузовых автомобилей. Высоковязкое используют для моторов, работающих на малых оборотах, в основном, это — тракторы,

производственное оборудование. Удельная теплота сгорания дизельного топлива — 42.7 Мдж/кг.

Сжиженный или сжатый газ, вырабатывают из природного газа. В основном он состоит из метана, но содержит и другие компоненты — бутан, пропан, водород и др. Газ обладает интересной особенностью: он воспламеняется только в том случае, если присутствуют его испарения в воздухе строго в концентрации от 5 до 15%. Самовозгорание может произойти лишь при нагреве до 650 градусов по Цельсию. Газ имеет удельную теплоту сгорания от 28 до 46 МДж/м³.

Каждый из видов топлива имеет свойственный ему уровень детонации, который обозначается октановым числом. Оно характеризует способность топливной смеси оказывать сопротивление самовозгоранию при повышении давления. Чем выше октановое число, тем лучше: горение стабильнее, выше стойкость к детонации, которая оказывает разрушающее воздействие на двигатель. Так, АИ-92 имеет октановое число равное 92, а метан — 107,5. Можно заключить, что использование газа вызывает меньший износ двигателя. Применительно к дизельному топливу фиксируется цетановое число, которое обозначает временной отрезок от момента впрыска топлива до начала его горения.

Масла для различных типов двигателей — это горюче смазочные материалы для ухода за подвижными элементами мотора. Они делятся на три большие группы — минеральные, синтетические и полусинтетические. Первые являются продуктом переработки нефти, вторые синтезируются искусственно, третьи представляют собой смешанные основы первых двух видов.

Моторное масло подбирается исходя из типа двигателя (на легковом, грузовом транспорте, спецтехнике используются различные модели моторов) состояния систем автомобиля, которые определяются пробегом и степенью износа. Также на выбор данных ГСМ влияют погодные условия.

Продажа ГСМ осуществляется в широком ассортименте и основным показателем, который оценивается при выборе того или иного масла, является его вязкость. По данному параметру эти горюче-смазочные материалы подразделяются на шесть зимних и пять летних классов. Они обозначаются 0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W и 20, 30, 40, 50 и 60 соответственно. Чем выше число класса, тем большей вязкостью обладает масло. Существуют также всесезонные масла.

Использование некачественных ГСМ способно нанести вред механизмам и устройствам, поэтому лучше приобретать их у проверенных производителей и поставщиков.

Порядок выполнения работы:

1.определить по внешнему виду

2.полученные данные занести в таблицу

№	ГСМ	характеристика

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«АРКТИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**
(ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ)
Октемский филиал
Кафедра механизации сельскохозяйственного производства

**Комплект
контрольно-оценочных средств
для проведения тестового контроля**

ОП.06 Материаловедение

наименование учебной дисциплины

35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования

код, наименование специальности/профессии

Октемцы, 2023

Тестовые задания

1 вариант

1. Выберите правильное утверждение:

- а) не все металлы имеют кристаллическое строение
- б) все металлы обладают высокой электропроводностью
- в) некоторые металлы в твердом состоянии могут изменять свое кристаллическое строение

2. Испытаниями на растяжение определяют свойства металлов:

- а) специальные
- б) технологические
- в) химические
- г) механические
- д) физические

3. Испытаниями на стойкость против коррозии определяют свойства металлов:

- а) технологические
- б) специальные
- в) химические
- г) физические
- д) механические

4. Существование кристаллической решетки металлов обеспечивает:

- а) положительно заряженные ионы
- б) валентные электроны
- в) взаимодействие свободных электронов и положительных ионов
- г) нормальные условия эксплуатации металлических изделий

2 вариант

1. Укажите, как называется процесс искусственного регулирования размеров зерна?

- а) кристаллизация
- б) легирование
- в) модифицирование

2. Испытанием на теплопроводность определяют свойства металлов:

- а) химические
- б) механические
- в) физические
- г) технологические
- д) специальные

3. Испытаниями на износостойкость определяют свойства металлов:

- а) физические
- б) технологические
- в) механические
- г) специальные
- д) химические

4. Процесс кристаллизации металла и сплава – это

- а) переход из твердого состояния в жидкое
- б) переход из твердого состояния в газообразное
- в) переход в аморфное состояние
- г) переход из жидкого состояния в твердое с образованием кристаллической структуры

3 вариант

1. Аллотропическое превращение металла - это

- а. переход из жидкого состояния в твердое;
- б. переход из твердого состояния в жидкое;
- в. превращения кристаллической решетки в твердом состоянии;
- г. изменение свойств и объема металла.

2. Металлы в твердом состоянии обладают характерными свойствами:

- а. увеличивающимся электрическим сопротивлением при уменьшении температуры;
- б. металлическим блеском, пластичностью;
- в. высокой молекулярной массой.

3. С уменьшением температуры электросопротивление металлов:

- а. падает
- б. повышается
- в. остается постоянным
- г. изменяется по закону выпуклой кривой с максимумом

4. Испытанием на теплопроводность определяют свойства металлов:

- А) химические
- Б) механические
- В) физические
- Г) технологические
- Д) специальные

4 вариант

1. Существование кристаллической решетки металлов обеспечивает:

- а) положительно заряженные ионы
- б) валентные электроны
- в) взаимодействие свободных электронов и положительных ионов
- г) нормальные условия эксплуатации металлических изделий

2. Процесс кристаллизации металла и сплава – это

- а) переход из твердого состояния в жидкое
- б) переход из твердого состояния в газообразное
- в) переход в аморфное состояние
- г) переход из жидкого состояния в твердое с образованием кристаллической структуры

3. Металлы в твердом состоянии обладают характерными свойствами:

- а. увеличивающимся электрическим сопротивлением при уменьшении температуры;
- б. металлическим блеском, пластичностью;
- в. высокой молекулярной массой.

4. Выберите правильное утверждение:

- а) не все металлы имеют кристаллическое строение
- б) все металлы обладают высокой электропроводностью
- в) некоторые металлы в твердом состоянии могут изменять свое кристаллическое строение

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«АРКТИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**
(ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ)
Октемский филиал
Кафедра механизации сельскохозяйственного производства

**Комплект материалов
по оценке самостоятельной работы**

ОП.06 Материаловедение

наименование учебной дисциплины

35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования

код, наименование специальности/профессии

Октёмцы, 2023

<i>Наименование разделов и тем</i>	<i>Содержание учебного материала, лабораторные и практические занятия, самостоятельная работа студентов</i>	<i>Вид работы</i>
1	2	3
Тема 1.1. Железоуглеродистые сплавы	Диаграмма изотермического превращения переохлажденного аустенита.	Доклад
Тема 1.3. Углеродистые и легированные стали	Поверхностная закалка стали	Доклад
Тема 1.4. Конструкционные материалы	Жаропрочные стали и сплавы.	Доклад
Тема 1.5. Строение и свойства сплавов.	Свойства сплавов.	Краткое сообщение
Тема 1.6. Производство металлов и сплавов	Кристаллизация металлов. Типы кристаллических решеток.	Краткое сообщение
Тема 2.1. Резинотехнические материалы	Презентация по заданным темам	

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«АРКТИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**
(ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ)
Октемский филиал
Кафедра механизации сельскохозяйственного производства

**Комплект
контрольно-оценочных средств
для промежуточной аттестации по результатам освоения дисциплины**

ОП.06 Материаловедение

наименование учебной дисциплины

35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования

код, наименование специальности/профессии

Октемцы, 2023

Вопросы для промежуточной аттестации

1. Основные свойства металлов, их значение при выборе сплавов для изготовления деталей машин.
2. Основные способы обработки металлов резанием: точение, сверление, фрезерование, строгание, шлифование и др. Достоинства и недостатки.
3. Дать понятие «дислокации», перечислить ее виды.
4. Атомно-кристаллическое строение металлов. Дефекты кристаллических решеток. Механизм процесса кристаллизации.
5. Основные способы обработки металлов давлением: ковка, штамповка, волочение, прессование. Сущность способов.
6. Дать понятие «кристаллизации».
7. Испытание металлов на твердость, ударную вязкость. Способы испытаний.
8. Основные методы литейного производства. Достоинства и недостатки. Прокатка металлов. Достоинства и недостатки.
9. Дать понятие «структуры».
10. Понятие о сплаве. Типы сплавов: твердый раствор, химическое соединение, механическая смесь.
11. Сущность процесса пайки, её достоинства и недостатки. Основные способы пайки.
12. Дать понятие «твердого раствора».
13. Сущность отжига, его виды, влияние на структуру и свойства металла. Восстановительная термическая обработка стали.
14. Электродуговая сварка Область применения. Контроль сварных соединений.
15. Дать понятие точечных дефектов кристаллической решетки.
16. Нормализация стали, её назначение, закалка стали, её виды, назначения и способы проведения.
17. Сущность процесса сварки. Основные способы сварки. Преимущества и недостатки сварных соединений.
18. Дать понятие твердого раствора.
19. Понятие о термической обработке металлов. Факторы, определяющие режим термической обработки.
20. Полупроводниковые материалы, их основные свойства, характеристики и область применения. Изделия из полупроводниковых материалов, их применение.
21. Дать определение стали.
22. Отпуск стали, виды отпуска. Влияние режима отпуска на структуру и свойства закалённой стали.
23. Общие сведения о классификации электротехнических материалов. Диэлектрические материалы, твердые, жидкие и газообразные диэлектрики. Проводниковые материалы.
24. Что такое «пластичность»?
25. Микроструктура стали, чугунов, цветных металлов.
26. Легированные стали с особыми физическими свойствами: нержавеющие, кислотоупорные, жаропрочные, их маркировка. Область применения.
27. Что такое «деформация»?
28. Определение критических точек сталей и чугунов по диаграмме. Деление железоуглеродистых сплавов на стали и чугун.
29. Сущность коррозии, виды коррозии. Способы защиты металлов от коррозии. Выбор способа защиты в зависимости от условий работы деталей и конструкции в целом.
30. Что такое чугун?